

マレーシア国

マレーシア国  
下水道維持管理ロボットによる  
下水道管路の維持管理  
案件化調査

業務完了報告書

2020年1月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

株式会社 北菱

民連
JR
20-001

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。

・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.

・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

写 真



キックオフ協議 (2019年3月)



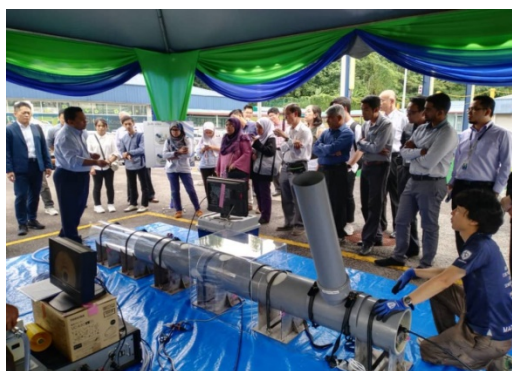
SPAN との協議 (2019年3月)



IWK 現場事務所での聴取 (2019年3月)



JPP との協議 (2019年7月)



セミナーの様子 (2019年7月)



コントラクターとの協議 (2019年11月)



IWK との最終報告会 (2019年11月)



パートナー候補企業との面談 (2019年11月)

## 目 次

写真	
目次	
図表リスト	
略語表	
要約	1
はじめに	11
第1章 対象国・地域の開発課題	15
1-1 対象国・地域の開発課題	15
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	16
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	17
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	17
第2章 提案企業、製品・技術	20
2-1 提案企業の概要	20
2-2 提案製品・技術の概要	21
2-3 提案製品・技術の現地適合性	26
2-4 開発課題解決貢献可能性	29
第3章 ODA 案件化	31
3-1 ODA 案件化概要	31
3-2 ODA 案件内容	33
3-3 C/P 候補機関組織・協議状況	38
3-4 他 ODA 事業との連携可能性	41
3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策	41
3-6 ODA 案件を通じて期待される開発効果	42
第4章 ビジネス展開計画	43
4-1 ビジネス展開計画概要	43
4-2 市場分析	44
4-3 バリューチェーン	44
4-4 進出形態とパートナー候補	44
4-5 収支計画	44
4-6 想定される課題・リスクと対応策	44
4-7 期待される開発効果	45
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	45
要約 (英文)	47

## 図表リスト

図 1	穿孔機による現場作業イメージ図.....	3
図 2	IWK が抱えている下水管路の維持管理上の課題.....	15
図 3	穿孔機による現場作業イメージ図.....	20
図 4	スーパーミニモグとスーパーメガモグおよび操作盤（共通）、50mケーブルドラム .....	22
図 5	実施体制.....	36
図 6	マレーシアの下水道行政-IWK と関連機関の役割.....	39
図 7	IWK の管轄する地域（2010 年時点）.....	40
表 1	ODA 案件の概要.....	6
表 2	ビジネス展開計画概要.....	9
表 3	第 1 回現地調査日程実績表.....	12
表 4	第 2 回現地調査日程実績表.....	12
表 5	第 3 回現地調査日程実績表.....	13
表 6	第 4 回現地調査日程実績表.....	13
表 7	第 5 回現地調査日程実績表.....	14
表 8	調査団名簿.....	14
表 9	提案企業の概要.....	20
表 10	国内外の競合他製品との比較優位性.....	23
表 11	ODA 案件の概要.....	31
表 12	パイロット・サイトの候補.....	33
表 13	PDM 案.....	33
表 14	日本側の業務内容と投入人員.....	34
表 15	下水道管路調査および管更生工事の概要.....	37
表 16	活動計画・作業工程.....	37
表 17	これまでの協議状況.....	40
表 18	ビジネス展開計画概要.....	43

## 略語表

AECCOM	Association of Environmental Consultants and Companies of Malaysia	マレーシア環境コンサルタント・コントラクター協会
CIPP	Cured In Place Pipe	樹脂含浸更生材を用いる管更生工法の一つ
C/P	Counterpart	カウンターパート
GST	Goods and Service Tax	商品サービス税
EPC	Engineering, Procurement and Construction	設計、調達、建設
GRP	Glass Fiber Reinforced Plastic	強化プラスチック複合管 (日本では FRPM)
IWK	Indah Water Konsortium	Indah Water Konsortium (マレーシアの下水道運営維持管理会社)
IWTC	Indah Water Training Center	Indah Water トレーニングセンター
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JPP	Jabatan Perkhidmatan Pembetulan / Sewerage Service Department	下水道部
KATS	Kementerian Air, Tanah dan Sumber Asli / Ministry of Water, Land and Natural Resources	水・土地・天然資源省 (2018年7月設立)
KeTTHA	Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air / Ministry of Energy, Green Technology and Water	エネルギー・環境技術・水省 (2018年7月 KATS に統合)
NRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省 (2018年7月 KATS に統合)
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
RCP	Reinforced Concrete Pipe	鉄筋コンクリート管
ROL	River of Life	River of Life (クアラルンプールを対象とした環境整備事業の一つ)
PPP	Public Private Partner	官民連携
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SNR	Sewerage Non River	Sewerage Non River (クアラルンプールを対象とした環境整備事業の一つ)
SPAN	Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara / National Water Service Commissions	国家上下水道事業委員会
SST	Sales and Service Tax	売上サービス税
SPC	Special Purpose Company	特定目的会社
SWL	Spiral Wound Lining	スパイラル自動製管管路更生工法 (SPR 工法)
VCP	Vitrified Clay Pipe	陶管

## 要約

### はじめに

調査名：

和文) マレーシア国下水道維持管理ロボットによる下水道管路の維持管理案件化調査

英文) Feasibility Survey for Operation and Maintenance by Sewer Maintenance Robots in Malaysia

調査の目的：

マレーシアの都市部において課題となっている下水道管の維持管理方法の改善について、維持管理会社である下水道運営維持管理会社 (IWK) とともに北菱の下水道維持管理ロボットの導入可能性の調査・検討を通じて、ODA 案件 (普及・実証・ビジネス化事業) の組成を行うことを目的とする。

調査対象国・地域：

マレーシア国・クアラルンプール近郊

契約期間：

2019年2月22日～2020年2月28日

## 1. 対象国・地域の開発課題

### 1-1. 対象国・地域の開発課題

マレーシアにおける下水道は、経年劣化、腐食、ジョイント部分の施工不良、木の根の侵入による下水管路の損傷被害と、油や投棄された異物、コンクリート等の建設資材による閉塞等が原因による溢水が増大しつつある。マレーシアの下水道運営維持管理会社 (Indah Water Konsortium、以下 IWK) は、予防保全を進めようとしているものの、実態としては、住民等から異臭の苦情等が寄せられて初めて現状調査を行い、問題箇所を把握し、対象箇所の補修、付替等を行っているのが現状である。

### 1-2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

マレーシアは1991年からの国家戦略 (Vision 2020) で2020年までに「完全な先進国」となる目標を掲げ、5年ごとに国家開発計画 (マレーシア計画) を策定・実施してきている。2015年に発表された「第11次マレーシア計画 (2016-2020)」においては、2020年を目標に、99%の水道普及率向上、都市部を中心とした80%の下水道普及率向上、25%までの無収水率の低減を目指している。

また、2006年には、上下水道事業法（WSIA 2006/Act 655）が制定され、同じく2006年に制定された国家上下水道委員会法（SPAN Act/Act654）に基づき設立されたSPANにより、州から国への水道事業の管轄の移行、水道と下水道事業の統合と一体化の強化等の上下水道事業改革が開始された。

#### 1-3. 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国のマレーシアに対するODA基本方針（大目標）では、「協力パートナーとしての関係構築」が掲げられており、政府間協力と共に民間や草の根レベルをも含めた多様なアクターによるマレーシアのさらなる発展への支援が目指されている。本案件化調査は下水道ロボットの導入を通じて、質の高い下水道インフラ整備を目指すものであり、同時に我が国の下水道管の維持管理に係るアセットマネジメントのノウハウの共有を通じて、協力パートナーとしての関係構築強化も推進することから、我が国の開発協力方針とも合致している。

#### 1-4. 当該開発課題に関連するODA事業及び他ドナーの先行事例分析

我が国は1970年代より技術協力、無償資金協力、有償資金協力を連携させながら長年にわたってマレーシアの下水道整備を支援してきた。2000年からは、マレーシア全国13か所における下水処理場、汚泥処理場および管渠・ポンプ場等の施設建設プロジェクトである「全国下水処理事業」を約10年実施し、下水道普及率の向上に貢献した。

技術協力については、2007年3月より概ね2ヵ年にわたり、①下水道計画策定ガイドラインの改定、②下水道開発プロジェクトの審査・評価・優先付けマニュアルの作成、③下水道セクターの計画策定機能向上策の提言を行う調査を実施した。このような下水道を適切に維持管理するための協力が、マレーシアが他のアジア諸国と比較して非常に高い下水道普及率67%へと導くこととなった。

2011年～2012年には、PPPインフラ事業を形成するための「マレーシア国大都市圏上下水道PPP事業準備調査（PPPインフラ事業）」が実施された。本PPP事業準備調査における下水道事業の概要は、3つの処理区を統合して1つの統合下水処理場を建設しようというもので、これらの処理区の下水を集めて統合下水処理場まで運ぶための新たな下水幹線網の建設も伴っている。

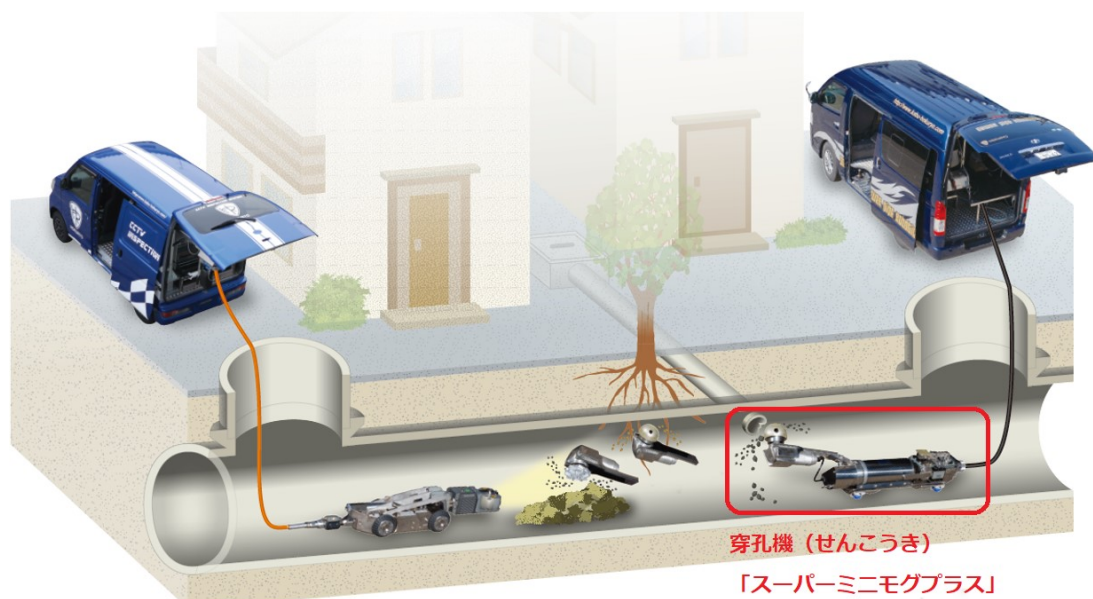
さらに、本PPP事業準備調査を受け、2017～2018年に草の根技術協力（地域活性化特別枠）事業「IWKが管理する下水処理場の運転・維持管理に関する人材育成事業」が東京都下水道局の提案、東京下水道サービスにより実施された。本人材育成事業は、マレーシアの下水処理場で初めて採用された日本および東京の技術をIWK職員に円滑に伝えることを目的として行われたものである。



## 2. 提案企業、製品・技術

### 2-1. 提案企業の概要

北菱は建機部品、産業機械部品の加工製造に加えて、30年以上に亘り、下水道維持管理ロボットの開発、製造販売を日本国内で行っている。特に下水道管内の異物除去や更生工事後のライニング材の穴あけで使用する「穿孔機」(せんこうき)については、各種用途に応じた商品を揃えており、ニーズに応じた商品の開発を行ってきた。現場作業でその他必要となる特殊車両の販売及びアフターメンテナンスも行っており、下水道維持管理製品をトータルラインナップで市場に提供し、業界に貢献するとともに信頼を得ている。



(出典：顧客への現場同行経験に基づき提案法人作成)

図 1 穿孔機による現場作業イメージ図

### 2-2. 提案製品・技術の概要

本提案製品である下水道維持管理ロボット、穿孔機のスーパーミニモグとスーパーメガモグは、人が中に入って作業ができない口径 600mm 以下の下水道管において異物や木の根の除去を行うことで管内の流動空間を確保するとともに、さらなる下水管の損傷を防ぐための商品である。駆動源がエア式でありながら油圧式に劣らない穿孔トルクがあり、現場で別途エアコンプレッサーを準備すれば素早く修繕作業を終えることができるという特長を有している。

### 2-3. 提案製品・技術の現地適合性

#### (1) 技術面の現地適合性 (用途面)

北菱の下水道維持管理ロボット (穿孔機) は、木の根や管に付着したモルタルの除去及び樹脂含浸更生材を用いる管更生工法 (CIPP) 施工前の異物除去処理及び工事後の更生材料で閉塞した各戸接続管の穴あけ (復旧) 作業に用いられる。

木の根の除去については、マレーシアにおいては、高圧洗浄車のノズルに接合し高圧水の水流で刃を回転させ切断除去する機械を用いる方法が一般的に用いられていることを、確認した。また、管に固着したモルタルについては、アタッチメントの取り換えにより穿孔機を用いて除去ができるが、穿孔機を持たないIWKのO&M事務所等は、有効な手段を持たないことを確認した。従って、モルタル及び木の根の除去を兼用できる穿孔機の、IWKのO&M事務所や下水管のO&Mを行うコントラクターにおける一定のニーズが考えられる。

マレーシア全国（IWK管理区域）の下水管の総延長は約19.4千kmである。管種の内訳は、ほぼ陶管（VCP）で、全体の約90%を占めており、将来を含めたCIPPによる下水管更新の対象であると言える。また、マレーシアの下水管の布設後の経過年数は、20年以上経過したものが4.5千kmで全体の23%、10年～20年経過したものが6.5千kmで34%、10年以下のものが8.4千kmで43%を占めている。

マレーシアでは主としてCIPPによる計画的で大規模な下水管の更新事業を2006年から実施している（JPPによる直轄事業、IWKはプロジェクト管理を担当）。G01～G11と名づけられた10のパッケージによる管更生事業（口径110mmの圧送管の更新事業であるG12及び事業実施が見合されているG09を除く）で、施工方法は主としてCIPPが用いられている。その他、SWL（スパイラル工法）、開削工法、推進工法等が用いられている。総延長は約250kmで、内G01～G08約191kmが施工済みである。G01～G11事業の内、G06、G07、G08事業はRiver of Lifeプロジェクトに位置付けられており、G10及びG11事業はSewerage Non River事業に位置付けられている。これらの事業は、2011年～2020年の10年間の事業として位置付けられており、遅れはあるものの着実に実施されている。施工済みの主としてCIPPによる老朽管の更新事業の内詳細なデータが得られたG6、G07及びG08の更新事業における総延長約70kmの内約48km、約70%がCIPPにより実施されている。

以上のようにマレーシアでは下水管の更生事業を早くから継続的に実施しており、約70%がCIPPにより行われている。また、両事業後の下水管の更新事業については新たな事業についての情報はないが、2006年以降着実に実施されていること、今後更新の対象となる下水管が大きく増大することを考慮すると、新たな更新事業が従来よりも大きな規模で計画実施されること、すなわちマレーシアにおけるCIPPによる老朽管の更新事業の大きなポテンシャルがあることが想定される。そのため、穿孔機がCIPPによる工事に必要であることから、マレーシアにおける北菱製穿孔機の適用性は大きいと考えられる。

## （2）技術面での現地適合性（性能面）

北菱製穿孔機は、十分な穿孔性能と取り扱いやすさを確保しており、後述のセミナーにおいても、それらの性能と特性を十分に示すことができた。

現地でコントラクターが既に所有しているオーストラリア製/ヨーロッパ製等の穿孔機は自走式でTVカメラを有しているが、ヨーロッパ製の穿孔機メーカーは既に廃業しているため、故障した後の修理が出来ずコントラクターが困っていることを確認した。一方、北菱

製下水道維持管理ロボット（穿孔機）は穿孔機能に特化しており、施工位置まで引き込む工夫と別の TV カメラが必要であるものの、故障機会の減による O&M/維持コストの減につながることから、ライフサイクルコストの観点からも優位性が確保される。

また、下水管 TV カメラのみを所有し、小規模な修繕工事のみを行っている小規模な業者が、今後、比較的安価な北菱製穿孔機を購入し、既所有の TV カメラと合わせて、CIPP による老朽管の更新事業に参入する機会を与える等、地元業者の育成にも寄与することができる。

### （３）制度面での現地適合性

下水道維持管理ロボットの機能は、CIPP の作業自体のように目的構造物を構築するのではなく、切断、除去、穿孔等の作業のみを行うものである。わが国においては、一般に請負作業の方法は発注者が特に定めるもの以外は、受注者の裁量にゆだねられている。

マレーシアにおいてもこの考え方が適用されているものと考えられる。SPAN との面談で、SPAN は下水道維持管理ロボットの仕様その他について何ら制約を設けていないことを確認した。また、IWK との面談で、IWK は更生工事等で使用する穿孔機の仕様等について何ら決めていないことも確認した。従って、現時点で収集した情報に基づくと、北菱製維持管理ロボットをマレーシアで使用することに制度面での制約はない。

### （４）現地でのセミナーの実施による現地適合性の確認

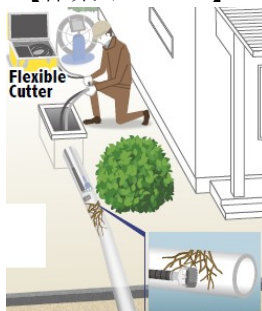
2019年7月24日にIWKの関連部署および事務所の担当者、マレーシアのコントラクターなどを招待して、現地でのセミナーを実施し、北菱製穿孔機の性能及び操作性、並びに下水管路管理に関するわが国の現状及び革新的な技術についてマレーシア側のIWK及び下水管路メンテナンス会社並びに下水道機器代理店の理解が深まり、同製品のマレーシアにおける適用性を高めることができた。

なお、北菱製品である「フレキシブルカッター」を現地コントラクターに紹介したところ高い関心を示したため、ミニモグのデモ実施後に「フレキシブルカッター」についても実演を行い、参加者からは現場で使用してみたいとのコメントがあった。

【フレキシブルカッター】



【作業イメージ】



※フレキシブルカッターは家庭の取付桝から挿入し、取付管内の木の根などの異物除去や更生工事後のライニング材に穴をあける機材

#### (5) マレーシアにおける今後の CIPP による老朽下水管の更新事業の見通し

マレーシアにおける老朽管の現状と過去の実績から今後の CIPP 事業の見通しの推測を行ったところ、概算の算定ではあるが、現時点でマレーシアにおいて CIPP による更新が必要な下水管は約 500km と試算された。仮に今後 10 年間で各年均等に事業を実施することになると、年間約 50km の CIPP による下水管の更新が必要となる。

#### 2-4. 開発課題解決貢献可能性

本提案技術である下水道維持管理ロボットを活用した下水道維持管理を適切に行うことで、下水管に侵入した木の根や異物除去を効率的に行える。マレーシアとしても予防保全の一環として、交通往来の激しい都市部での交通制限不要である管更生を推進しようとしているが、下水道維持管理ロボットは、異物除去だけでなく、管更生の前後の管路内クリーニングならびに修繕にも活躍する商品である。その結果、下水管の異物による閉塞/損傷から引き起こされる道路陥没や浸水の被害が減少することに貢献し、補修に伴う交通渋滞を抑止すること、さらには、汚水による土壌汚染も防止に寄与する可能性の高い技術である。

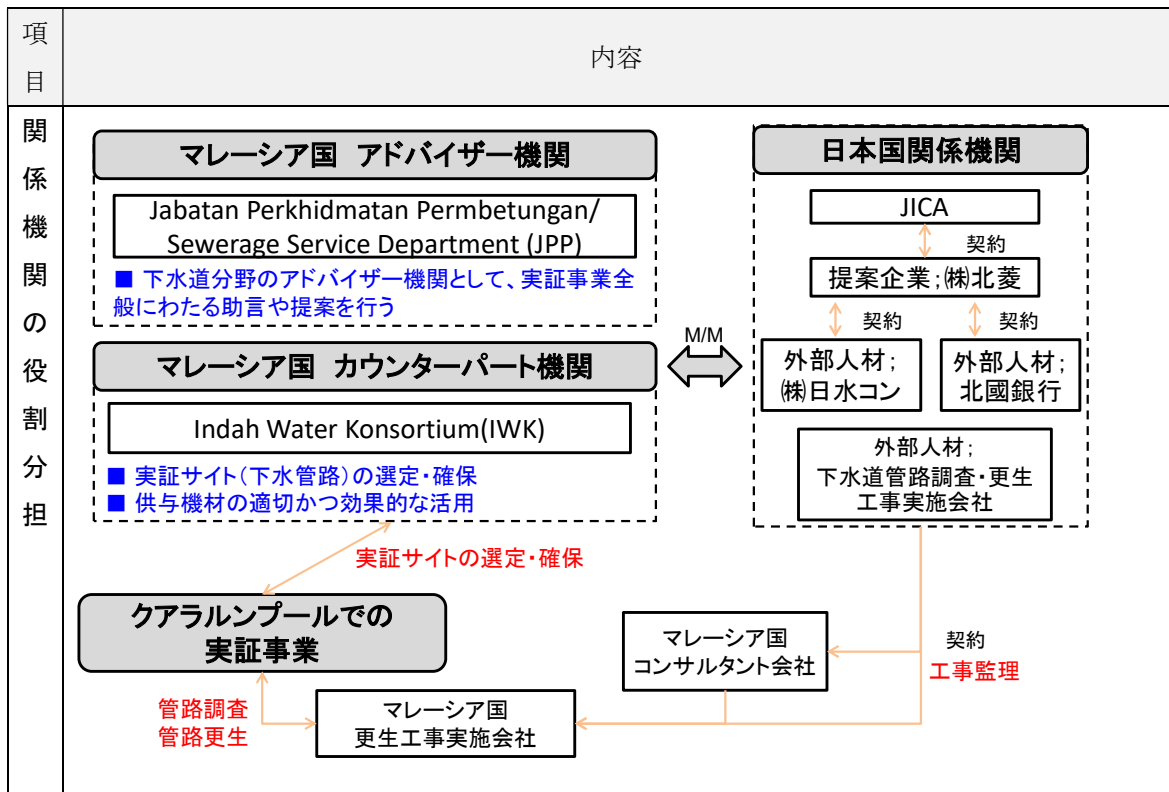
### 3. ODA 案件化

本案件化調査終了後は、中小企業・SDGs ビジネス支援事業である「普及・実証・ビジネス化事業」を念頭に、適した ODA スキームを提案する予定である。

表 1 ODA 案件の概要

項目	内容
目的	マレーシア国クアラルンプールにおいて、下水道維持管理ロボットの現地適合性を高めるための実証活動や提案製品の普及活動を通じ、ビジネス展開が促進されることを目的とする。
成果	成果 1：管更生工事における下水道維持管理ロボットの適用性及び有効性が実証される。 成果 2：下水道維持管理ロボットを活用した、カウンターパート機関における下水管路の維持管理に係る能力向上や体制強化が図られる。 成果 3：下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事实施ガイドラインや、評価委員会、セミナー及び現地見学会等の開催を通じ、ビジネス展開計画が策定される。

項目	内容
活動	<p>活動 1-1：下水道管路に係る情報を収集し、管更生工事実施に向け、カウンターパート及び関係機関とともに対象箇所や発注方法、スケジュール、役割分担等を確認する。</p> <p>活動 1-2：下水道管路調査及び管更生工事実施のための入札図書を作成するとともに、競争入札を通じて現地コントラクターを選定する。</p> <p>活動 1-3：下水道管路調査を通じた劣化診断を行うとともに、穿孔機による接続管穴あけを含めた対象管路の管更生工事を実施する（実施条件等を変更して、3 フェーズに分割して実施）。</p> <p>活動 1-4：穿孔機による接続管穴あけ箇所を含む、管更生工事実施前後の管路状況を確認し、下水道維持管理ロボットによる事業効果を把握する。</p>
	<p>活動 2-1：カウンターパート機関と協力しながら、下水道維持管理ロボットを活用した下水管路の維持管理マニュアルを策定する。</p> <p>活動 2-2：カウンターパート機関を対象に、下水道維持管理ロボットを活用した下水管路の維持管理に係る現地研修会を開催し、技術移転を目的とした実践的な技術指導を実施する。</p> <p>活動 2-3：カウンターパート機関を本邦に受け入れ、日本国内での下水管路の維持管理体制や下水道維持管理ロボットによる管更生工事の実施状況を視察し、下水管路の効果的な維持管理の促進に向けた体制や制度について理解を深めさせる。</p>
	<p>活動 3-1：カウンターパート機関や関係機関を対象に、定期的に評価委員会を開催し、下水道維持管理ロボットの性能評価を通じて、穿孔機としての有用性や優位性について周知を図る。</p> <p>活動 3-2：下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事実施ガイドラインを策定し、JPP に提案するとともに、承認に向けた支援を行う。</p> <p>活動 3-3：販売先候補である現地コントラクターを招いてセミナーや現地見学会を開催し、普及活動や現地メディアを通じた広報活動を行う。</p> <p>活動 3-4：上記の普及活動を通じて得られた引き合いや関心を元に、現地パートナー企業とともに重点展開先を絞り込み、事業計画を策定する。</p>
投入	<ul style="list-style-type: none"> <li>・下水道維持管理ロボット（スーパーミニモグ 2台：管更生工事に用と維持管理用）</li> <li>・北菱の従業員（5名）</li> <li>・下水道管理や現場施工の専門家（外部人材）：6名</li> </ul>



#### 4. ビジネス展開計画

本事業におけるビジネス展開計画の概要を以下に示す。

表 2 ビジネス展開計画概要

	項目	内容
1	市場分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>マレーシア全国の下水管延長は 19,400km</li> <li>IWK に加え、下水道管の清掃、維持管理、修繕を行うコントラクターを下水道維持管理ロボットの主な販売先として見込むことができる。</li> </ul>
2	バリューチェーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水道維持管理ロボット（「スーパーミニモグ」「スーパーメガモグ」）の現地代理店を通じて、マレーシアでのライセンスを有した現地コントラクターに輸出し、IWK の下水道管の維持管理サービスを提供する事業を展開。</li> </ul>
3	進出形態とパートナー候補	<ul style="list-style-type: none"> <li>初期段階は、現地代理店契約を締結したパートナーを通じ、下水道維持管理ロボットをマレーシアに輸出・販売する。</li> <li>事業が軌道に乗った段階で、マレーシアでの保守・アフターメンテナンスや周辺国への展開も踏まえて現地拠点の設立準備を進める。</li> </ul>
4	収支計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業開始以後 10 年で累計 100 台程度の販売を見込む。</li> <li>事業開始 10 年後を目途にした増産のための調達生産体制を整える。</li> </ul>
5	想定される課題・リスクと対応策	<ul style="list-style-type: none"> <li>許認可については、特に問題がないことを確認したが、今後の法制度や許認可の変更にも十分意識をもって対応する。</li> <li>知的財産の侵害に対し、必要に応じてマレーシア国において知的財産の出願と登録あるいは商標登録等を行うことを検討する。</li> <li>投資規制の変更や不透明な運用、政治介入等のリスクに備え、現地のパートナー企業からの情報収集、および必要に応じて、現地の会計事務所等へのアドバイスを求めることとする。</li> </ul>
6	期待される開発効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>コストパフォーマンスの高い穿孔機の導入により、予算不足が顕著な管更生工事のコストが削減される。</li> <li>交通量が多く容易に交通を遮断できないことから開削工事が難しいマレーシア国において、非開削工事の実施促進に寄与する。</li> </ul>
7	日本国内地元経済・地域活性化への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域における新製品開発のリーダーとしての役割の推進</li> <li>「スーパーミニモグ」「スーパーメガモグ」の穿孔能力の向上や改良のため共同研究開発を行うなど、産学連携を通じて地域活性化に貢献</li> <li>石川県鉄工機電協会や小松市商工会議所との連携を通じて、地域の中小企業のリーダーとして、地元の経済・地域活性化を支援</li> <li>石川県内の他の製造業の海外進出や海外での事業展開を発展させるモデルケースになることで地元経済の活性化に寄与</li> <li>北菱の輸出取引開始により地元の資材調達先の売上高増加にも寄与し、地域全体の活性化を推進</li> </ul>

## マレーシア国 下水道維持管理ロボットによる下水道管路の維持管理案件化調査

### 企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社 北菱
- 提案企業所在地：石川県小松市
- サイト・C/P機関：マレーシア国下水道運営維持管理会社 (IWK)



スーパーミニモグ  
(対応する下水管の口径:単位=mm)  
・φ150・φ200・φ250・φ300



スーパーメガモグ  
(対応する下水管の口径:単位=mm)  
・φ350・φ400・φ450・φ500・φ600

### マレーシア国の開発課題

- 高い下水道普及率の一方で、下水管の経年劣化、腐食、ジョイント部分の施工不良、木の根、油や投棄された異物や、コンクリート等の建設資材による閉塞等が原因で、下水道管路が損傷する被害が増大

### 中小企業の技術・製品

- 口径600mm以下の下水道管内の異物除去や、更生工事後のライニング材の穴あけで使用
- 軽量であり作業現場への携帯性にも優れるとともに、耐久性に秀でている
- シンプル設計のため現地代理店で容易に整備が可能で、コストパフォーマンスに非常に優れている

### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- スキーム名：中小企業・SDGs ビジネス支援事業 ビジネス支援事業における「普及・実証・ビジネス化調査」
- 内容：マレーシア国下水道運営維持管理会社 (IWK) が管轄しているクアラルンプールを対象に、北菱の下水道維持管理ロボットの現地適合性を高めるための実証活動と普及活動を実施する。
- 期待される効果：下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事実施ガイドラインの作成及びIWKによる下水道管路の維持管理に係る能力向上・体制強化

### 日本の中小企業のビジネス展開

- マレーシアのローカル・ディストリビューターとの代理店契約を締結し、下水道維持管理ロボットを輸出
- マレーシアでの保守・アフターメンテナンスや周辺国への展開も踏まえて現地拠点の設立



## はじめに

### 調査名：

和文) マレーシア国下水道維持管理ロボットによる下水道管路の維持管理案件化調査

英文) Feasibility Survey for Operation and Maintenance by Sewer Maintenance Robots in Malaysia

### 調査の背景：

我が国はマレーシアの下水道に対し、1970年代より技術協力・無償資金協力、有償資金協力を連携させながら長年にわたって支援してきた。2000年からは、マレーシア全国14か所における下水処理場、汚泥処理場および管渠・ポンプ場等の施設建設プロジェクトである「全国下水処理事業」を約10年間実施し、マレーシアの下水道普及率の目標達成に貢献した。2007-2009年には技術協力プロジェクト「マレーシア国下水道事業計画策定能力強化調査」を通じ、下水道整備戦略/計画のためのマニュアルとガイドラインを整備する等、下水道を適切に維持管理するための協力を行った。

このような我が国の支援もあり、マレーシア側の日本の下水道技術に対する信頼は厚く、下水道普及率も67%と、他のアジア諸国と比較して非常に高い。他方で、都市部の水管損傷による道路陥没や溢水の被害がニュースで報道される等、社会問題として認識され始めている。

### 調査の目的：

マレーシアの都市部において課題となっている下水道管の維持管理方法の改善について、維持管理会社である下水道運営維持管理会社（IWK）とともに北菱の下水道維持管理ロボットの導入可能性の調査・検討を通じて、ODA案件（普及・実証・ビジネス化事業）の組成を行うことを目的とする。

### 調査対象国・地域：

マレーシア国・クアラルンプール近郊

### 契約期間：

2019年2月22日～2020年2月28日

### 調査工程：

第1～5次現地調査の実績工程は以下に示すとおりである。

表 3 第1回現地調査日程実績表

日数	日付	時間 (現地時間)	都市	調査内容	訪問先
1	2019/3/11	-	小松/成田	移動日(出国)	
2	2019/3/12	10:00	クアラルンプール	先方政府機関IWKとの協議	IWK
		15:00	クアラルンプール	現地ビジネス環境に係る情報収集①	JETRO
3	2019/3/13	10:30	クアラルンプール	現地パートナー候補企業ヒアリング①	RGD Supply
		14:30	クアラルンプール	先方政府機関SPANとの協議	SPAN
4	2019/3/14	14:00	クアラルンプール	現地ビジネス環境に係る情報収集②	日本人商工会議所
5	2019/3/15	-	クアラルンプール	第1陣移動日(帰国)	
		9:00	クアラルンプール	情報収集、維持管理会社へのヒアリング	IWK、 維持管理会社等
6	2019/3/16	終日	クアラルンプール	資料整理	
7	2019/3/17	終日	クアラルンプール	資料整理	
8	2019/3/18	11:00	クアラルンプール	現場確認、情報収集、維持管理会社等へのヒアリング	IWK Training Center
		14:00	クアラルンプール		Sukma Semangat
9	2019/3/19	10:00	クアラルンプール	現場確認、情報収集、維持管理会社等へのヒアリング	Utic Service
		14:00	クアラルンプール		Teknik Datasaab
10	2019/3/20	9:00	クアラルンプール	現場確認、情報収集、維持管理会社等へのヒアリング	IWKのShah Alam Unit Office
		14:00	クアラルンプール	JICA事務所報告	JICA事務所
11	2019/3/21	9:00	クアラルンプール	現場確認、情報収集、維持管理会社等へのヒアリング	AECCOM
12	2019/3/22	-	クアラルンプール	移動日(帰国)	

表 4 第2回現地調査日程実績表

日数	日付	時間 (現地時間)	都市	調査内容	訪問先
1	2019/6/17	10:00	小松/成田/シガポール	移動日(出国)	
2	2019/6/18	10:00	クアラルンプール	IWK - Capital Work Department	IWK
		14:00	クアラルンプール	IWTC	IWTC
		16:00	クアラルンプール	JICAマレーシア事務所	JICAマレーシア
3	2019/6/19	10:30	クアラルンプール	IWK - Gombak Unit Office訪問	Gombak Unit Office
		14:00	クアラルンプール	アクティオ・マレーシア	アクティオ
4	2019/6/20	10:00	クアラルンプール	IWK - GIS 担当者	IWK
		14:00	クアラルンプール	RDG Supply Sdn Bhd	RDG Supply
5	2019/6/21	10:00	クアラルンプール	I Green Engineering Sdn Bhd	I Green Engineering
		14:00	クアラルンプール	現地コンサルタントとの面談	ホテル
6	2019/6/22	終日	クアラルンプール	資料整理	-
7	2019/6/23	終日	クアラルンプール	資料整理	-
8	2019/6/24	10:00	クアラルンプール	現地コンサルタントとの面談	ホテル
		13:00	クアラルンプール	T&I Avenue (M) Sdn. Bhd.	T&I Avenue
9	2019/6/25	10:30	クアラルンプール	UTIC Services Sdn. Bhd	UTIC Services
		14:00	クアラルンプール	Teknik Datasaab Sdn. Bhd.	Teknik Datasaab
10	2019/6/26	10:00	クアラルンプール	RD-Palmer Technology (M) Sdn Bhd	RD-Palmer
		14:00	クアラルンプール	現地コンサルタント	ホテル
11	2019/6/27	10:00	クアラルンプール	団内協議	ホテル
		16:00	クアラルンプール	JICAマレーシア事務所	JICAマレーシア
12	2019/6/28	5:10	クアラルンプール	移動日(帰国)	

表 5 第3回現地調査日程実績表

日数	日付	時間 (現地時間)	都市	調査内容	訪問先
1	2019/7/22	10:00	小松/成田/シンガポール	移動日(出国)	
2	2019/7/23	10:00	クアラルンプール	セミナー準備	IWTC
		14:00	クアラルンプール	セミナー準備	IWTC
		20:00	シンガポール⇒KL	移動	
3	2019/7/24	8:00	クアラルンプール	セミナー	IWTC
		16:00	クアラルンプール	JICAマレーシア事務所	JICAマレーシア
4	2019/7/25	7:10	クアラルンプール	移動日(帰国)	
		10:00	クアラルンプール	団内協議	ホテル
		16:00	クアラルンプール	JPPとの面談	JPP
5	2019/7/26	7:10	クアラルンプール	移動日(帰国)	ホテル
		10:00	クアラルンプール	現地コンサルタントとの面談	ホテル
		16:00	クアラルンプール	RDG Supply Sdn Bhd	RDG Supply
6	2019/7/27	終日	クアラルンプール	資料整理	-
7	2019/7/28	終日	クアラルンプール	資料整理	-
8	2019/7/29	11:00	クアラルンプール	IWKとの面談	IWK
		15:00	クアラルンプール	現地コンサルタントとの面談	Enrico社
9	2019/7/30	10:00	クアラルンプール	団内協議	ホテル
		14:00	クアラルンプール	Teknik Datasaab Sdn. Bhd.	Teknik Datasaab
		10:00	クアラルンプール	現地コンサルタントとの面談	Enrico社
10	2019/7/31	14:30	クアラルンプール	Sukma Semangat社との面談	JPP
		20:40	クアラルンプール	移動日	-
		11:30	クアラルンプール	I Green社との面談	I Green
11	2019/8/1	14:00	クアラルンプール	JICAマレーシア事務所	JICAマレーシア
		7:10	クアラルンプール	移動日(帰国)	

表 6 第4回現地調査日程実績表

日数	日付	時間 (現地時間)	都市	調査内容	訪問先
1	2019/9/9		成田/シンガポール	移動日(出国)	
2	2019/9/10	10:00	クアラルンプール	現地コンサルタントとの面談	Enrico社
		14:00	クアラルンプール	団内協議	ホテル
3	2019/9/11		小松/成田	移動日(出国)	
		10:00	クアラルンプール	IWKとの面談	IWK
		14:00	クアラルンプール	アジア大洋州住友商事会社	Netspek
4	2019/9/12	10:00	クアラルンプール	Teknik Datasaabと面談	Teknik Datasaab
		14:00	クアラルンプール	現地コンサルタントとの面談	Enrico社
5	2019/9/13	10:00	クアラルンプール	IWKとの面談	
		14:00	クアラルンプール	団内協議	ホテル
		22:15	成田	帰国	
6	2019/9/14	9:55	クアラルンプール	帰国	
		終日	クアラルンプール	調査結果の取りまとめ	ホテル
7	2019/9/15	終日	クアラルンプール	調査結果の取りまとめ	ホテル
		10:00	小松/成田	移動日(出国)	
8	2019/9/16 (祝日)	終日	クアラルンプール	調査結果の取りまとめ	ホテル
		9:30	クアラルンプール	RDG Supply Sdn Bhd	RDG Supply
9	2019/9/17	14:00	クアラルンプール	Teknik Datasaabと面談	Teknik Datasaab
		10:00	クアラルンプール	RelineAsiaと面談	RDG Supply
10	2019/9/18	14:00	クアラルンプール	I Green社との面談	RDG Supply
		10:00	クアラルンプール	River of Life事業の現場視察	Jalan Bukit Bintang
11	2019/9/19	14:00	クアラルンプール	River of Life事業の現場視察	Jalan Inai- Jalan Imbi
		9:15	クアラルンプール	JICAマレーシア事務所	JICAマレーシア
12	2019/9/20	14:00	クアラルンプール	団内協議	ホテル
		22:15	成田	帰国	
13	2019/9/21	20:15	小松	帰国	

表 7 第 5 回現地調査日程実績表

日数	日付	時間 (現地時間)	都市	予定内容	訪問先
1	2019/11/4	10:00	小松/成田/シンガポール	移動日(出国)	
2	2019/11/5	10:00	クアラルンプール	現地コンサルタントとの面談	Erinco
		14:00	クアラルンプール	I Green Engineering	I Green Engineering
3	2019/11/6	10:00	クアラルンプール	最終報告会	IWK
		14:00	クアラルンプール	RDG Supply Sdn Bhd	RDG Supply
4	2019/11/7	10:00	クアラルンプール	団内ミーティング	ホテル
		14:00	クアラルンプール	JICAマレーシア事務所	JICAマレーシア
5	2019/11/8	8:00	クアラルンプール	移動日(帰国)	
10:00		クアラルンプール	RDG Supply Sdn Bhd	RDG Supply	
14:00		クアラルンプール	団内ミーティング		
8	2019/11/9	8:00	クアラルンプール/ 成田/小松	移動日(帰国)	

調査団員構成：

表 8 調査団名簿

企業・ 団体名	役割	氏名	担当業務	業務内容
株式会社 北菱	提案技術の現地適合性を確認し、 海外事業展開方針や、バリューチ ェーン、市場調査、競争性を中心 に調査を進める。	宗方航也	業務主任者	事業総括、投資環境、規制、許 認可調査、ビジネス展開計画の 策定
		谷口直樹	事業戦略	ビジネス戦略策定、バリューチ ェーン検討
		中村圭介	技術統括	下水道維持管理ロボットのニ ーズ分析（適用可能性調査）、 パイロット・サイト選定評価
		宮川大助	設計監修	下水道維持管理ロボットの現 地適用性確認、施設設計、積算
		福田悠哉	市場調査	市場調査、競合製品調査、業務 調整
株式会社 日水コン	専門的知見に基づく下水道維持 管理体制・アセットマネジメント に関わる情報収集、現状分析、技 術の適用可能性調査、現地の実情 に応じた ODA 案件の具体化を中 心に調査を進める。また、成果品 等のとりまとめを行う。	大楽尚史	外部人材の総括/ 下水道アセット マネジメント	業務全体にわたる技術支援、案 件進捗管理・運営、開発課題分 析、下水道管路アセットマネジ メント調査・分析
		戸部達也	下水道管路調査	下水道管路調査技術の調査
		前田千夏 森重英之	ODA 案件化	ODA 案件枠組み検討、事業費 積算
北國銀行	パートナー企業選定ならびに事 業計画策定に係る支援。	小谷陽平	事業計画	投資環境調査、販売計画案作成
		佐竹祐輔	パートナー調査	パートナー候補企業調査

## 第1章 対象国・地域の開発課題

### 1-1 対象国・地域の開発課題

マレーシアの一人当たり GNI は 9,650 米ドル (2017 年) であり、ODA 卒業移行国となっている。マレーシア政府が 2015 年に発表した「第 11 次マレーシア計画 (2016-2020)」では、先進国入りに向けたインフラ整備が掲げられており、都市部を中心とした下水道普及率 80% を目指しているところである。他方で、都市部の下水管損傷による道路陥没や浸水の被害がニュースで報道される等、社会問題として認識され始めている。

マレーシアにおける下水道は、経年劣化、腐食、ジョイント部分の施工不良、木の根の侵入による下水管路の損傷被害と、油や投棄された異物、コンクリート等の建設資材による閉塞等が原因による溢水が増大しつつある。

マレーシアでは、コンクリートや異物等による下水管の閉塞による汚水溢水や下水管路への木の根の侵入を契機とした道路陥没が頻発するとともに、交通事故や交通渋滞を誘発する原因にもなっている。このような状況から、マレーシアにおいて下水道の運営維持管理をコンセッション契約により担っている Indah Water Konsortium (以下 IWK) としても、予防保全を進めようとしている。しかしながら、実態としては、住民等から異臭の苦情等が寄せられて初めて現状調査を行い、問題箇所を把握し、対象箇所の補修、付替等を行っているのが現状である。

IWK は下水管のアセットマネジメントに対する知識は有しているものの、実践におけるノウハウが十分浸透しているとは言えず、予算不足もあり計画的な対策が十分進んでいないという課題がある。



(出典：Trenchless Asia, May 2016 における IWK のプレゼンテーション資料)

図 2 IWK が抱えている下水管路の維持管理上の課題

## 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

### (1) 第11次マレーシア計画 (2016-2020)

マレーシアは1991年からの国家戦略 (Vision 2020) で2020年までに「完全な先進国」となる目標を掲げ、この目標に沿って、5年ごとに国家開発計画 (マレーシア計画) を策定・実施してきている。2015年に発表された「第11次マレーシア計画 (2016-2020)」では、以下の6つの戦略を掲げ、低所得者層の40%を中間層まで引き上げることを目指している。

- ① 公平な社会に向けた包括性の推進
- ② すべての人々の福祉の向上
- ③ 先進国を目指した人的資本開発
- ④ 持続可能性と弾力性に向けたグリーン成長の追求
- ⑤ 経済成長を支えるインフラ整備の強化
- ⑥ さらなる繁栄に向けた経済成長のためのリエンジニアリング

上下水道分野に関しては、2020年を目標に、99%の水道普及率向上、都市部を中心とした80%の下水道普及率向上、25%までの無収水率の低減を目指している。また、具体的な上下水道分野の戦略は次のとおりである。

- ① 上下水道料金の共同徴収と料金システムの強化を通じた上下水道事業の財政的持続性の向上
- ② 効率的な技術の活用とインフラ投資を通じた浄水および下水の処理能力とネットワークの拡大
- ③ 上下水道サービスの効率と生産性の向上
- ④ 上下水道事業の規制の枠組みの強化

なお、第11次マレーシア計画では、規制の枠組み強化の一環として、国家上下水道事業委員会 (Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara、以下 SPAN) が、下水道の全国マスタープランを整備することとしている。

### (2) 国家上下水道委員会法と上下水道事業法

マレーシアでは上下水道事業法 (WSIA 2006/Act 655) が2006年に制定 (2008年施行) され、同じく国家上下水道委員会法 (SPAN Act/Act654) に基づき設立された SPAN により、上下水道事業改革が開始された。具体的な改革の骨子は次のとおりである。

- 州から国への水道事業の管轄の移行
- 水道と下水道事業の統合と一体化の強化

- 計画の承認、業者の認定、補助金に関する法令遵守の監視等を保証する組織の設立
- 浄水、配水そしてその施設の所有について、全ての水産業関係者に免許を与える
- コンセッション業者の契約の見直しと免許制度への移行
- 無収水、消費者への対応、要求される水質の遵守等の目標設定

### 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国のマレーシアに対する ODA 基本方針（大目標）では、「協力パートナーとしての関係構築」が掲げられており、政府間協力と共に民間や草の根レベルをも含めた多様なアクターによるマレーシアのさらなる発展への支援が目指されている。また、重点分野の中では、質の高いインフラ整備が挙げられている。

本案件化調査は下水道維持管理ロボットの導入を通じて、質の高い下水道インフラ整備を目指すものであり、同時に我が国の下水道管の維持管理に係るアセットマネジメントのノウハウの共有を通じて、協力パートナーとしての関係構築強化も推進することから、我が国の開発協力方針とも合致している。IWK は我が国の支援により下水道整備が進むベトナムに対して、JICA の第 3 国研修等を通じて、下水道の維持管理に係る人材育成に協力している。今後、下水管の維持管理が課題となる近隣諸国に対して、マレーシアが協力を行っていくことが想定されるため、この点でも、我が国の ODA 基本方針（大目標）「東アジアの地域協力の推進」に貢献するものと考えられる。

### 1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

#### (1) マレーシア国全国下水処理事業

我が国は 1970 年代より技術協力、無償資金協力、有償資金協力を連携させながら長年にわたってマレーシアの下水道整備を支援してきた。2000 年からは、マレーシア全国 13 か所における下水処理場、汚泥処理場および管渠・ポンプ場等の施設建設プロジェクトである「全国下水処理事業」を約 10 年にわたり実施してきた。同プロジェクトは水質の改善を図り、衛生環境の改善に寄与することを目的として、同国初となる大規模な下水道設備を有償資金協力により整備したものであり、下水道普及率の向上に貢献した。

#### (2) マレーシア国下水道事業計画策定能力強化調査

2006 年の上下水道事業法以前の 1993 年の下水道事業法では、民間業者が開発する区域/施設の下水処理施設は民間業者が設置することが義務付けられ、完成後は政府に移管され、IWK によって維持管理されるという独自のシステムがとられていた。その結果、施設規模や処理法が異なる下水処理場が約 8,000 ヲ所も設置され、維持管理作業が複雑化し、IWK の維持管理体制が追いつかない状況であった。また、下水道政策の役割を担う、エネルギー・水・通信省下水道局は下水道開発プロジェクトを審査・評価し、国家開発 5 ヲ年計画

に重要度を反映するという役割を担っていたが、その計画策定及び審査能力の向上が大きな課題となっていた。このような状況を改善するため、我が国は2007年3月より概ね2カ年にわたりマレーシア国政府関係機関の下水道計画策定能力の向上を図ることを目的に、①下水道計画策定ガイドラインの改定、②下水道開発プロジェクトの審査・評価・優先付けマニュアルの作成、③下水道セクターの計画策定機能向上策の提言を行う調査を実施した。このような下水道を適切に維持管理するための協力が、マレーシアが他のアジア諸国と比較して非常に高い下水道普及率67%へと導くこととなった。

### (3) マレーシア国大都市圏上下水道 PPP 事業準備調査 (PPP インフラ事業)

我が国は、2008年4月に「ODA等と日本企業との連携強化の新たな施策『成長加速化のための官民パートナーシップ』」を公表し、重要な対外政策目標を共有し官民一体で取り組むことを目指している。2010年6月に発表された新成長戦略においても、パッケージ型インフラ海外展開におけるODAの活用を推進している。

PPP インフラ事業は、事業オーナー、スポンサー等さまざまな関係者の意向を十分踏まえ、計画初期段階から官民協働で調査を進める必要があることから、JICAは選定したプロポーザルの提案者に委託して基本事業計画の策定調査(フィージビリティ調査)を協力準備調査として行う提案公募型調査を行っている。このような制度を活用した、ODAによるPPPインフラ事業の形成が行われており、本「マレーシア国大都市圏上下水道 PPP 事業準備調査 (PPP インフラ事業)」もその一環として2011-2012年に実施された。

本 PPP 事業準備調査で提案されている下水道事業の概要は、3つの処理区を統合して1つの統合下水処理場を建設しようというもので、これらの処理区の下水を集めて統合下水処理場まで運ぶための新たな下水幹線網の建設も伴っている。計画諸元は以下の通り。

- 計画人口 539,900 人 (2035 年)
- 計画 PE 920,000 PE (2035 年)
- 下水幹線 300~2,000 mm 16.5 km (ポンプ場 2 ヶ所含む)
- 下水枝線 100~1,050 mm 89.7 km (ポンプ場 24 ヶ所含む)
- 下水処理場 計画下水量 104,000 m<sup>3</sup>/day (本計画)、207,000 m<sup>3</sup>/day (2035 年)
- 下水処理方式ステップ流入二段式生物学的脱窒法
- 汚泥処理方式濃縮-消化-機械式脱水
- 建設費 RM 1,135.919 百万 (298.93 億円)
- 年間維持管理費 下水処理場 RM 20,969,742、ポンプ場 RM 6,400,000、  
下水管 RM 192,000

本 PPP 事業準備調査は住友商事が共同企業体の代表者となり、東京水道サービス、東京都下水道サービス、エヌジェーエス・コンサルタンツと共同で行っており、事業段階では



SPC (Special Purpose Company, 特定目的会社) を立ち上げ、水・土地・天然資源省 (KATS) の下水道部 (JPP) から EPC (設計・調達・建設) での事業を受託する予定で進めていた。しかしながら、交渉が折り合わず、現在、マレーシアのインフラ開発会社のみが事業を受託し、EPC を実施している。

#### (4) IWK が管理する下水処理場の運転・維持管理に関する人材育成事業

東京都下水道局および東京下水道サービスは、これまでも下記のようにマレーシアの下水道事業に関与してきた実績を有するとともに、IWK の業務にも貢献してきた。

- 2010 年 8 月～2011 年 3 月：マレーシア全土の水分野基本設計 (マスタープラン) の作成 (発注：経済産業省)
- 2011 年 9 月～2012 年 6 月：マレーシア国大都市圏上下水道 PPP 事業準備調査 (発注：JICA)
- 2012 年 2 月～2012 年 3 月：パンタイ処理場の水処理プロセス改善業務 (発注：JICA)
- 2012 年 7 月 19 日：日マレーシア下水道ワークショップ

東京都下水道局の提案によって 2017～2018 年に東京下水道サービスによって実施された草の根技術協力 (地域活性化特別枠) 事業「IWK が管理する下水処理場の運転・維持管理に関する人材育成事業」は、上記「マレーシア国大都市圏上下水道 PPP 事業準備調査」を受けて実施されたもので、マレーシアの下水処理場で初めて採用された日本および東京の技術を IWK 職員に円滑に伝えることを目的としたものである。

具体的には、新規下水処理場に従事する IWK 職員等が、処理場稼働時に運転・維持管理が円滑に行われるよう、マスタートレーナーとしての適切な技術 (運転・維持管理、点検作業及び保全の進め方) についての研修が行われた。さらに、育成されたマスタートレーナーが、マレーシア国内の技術者へ技術移転するための研修メカニズムを形成していった。

## 第2章 提案企業、製品・技術

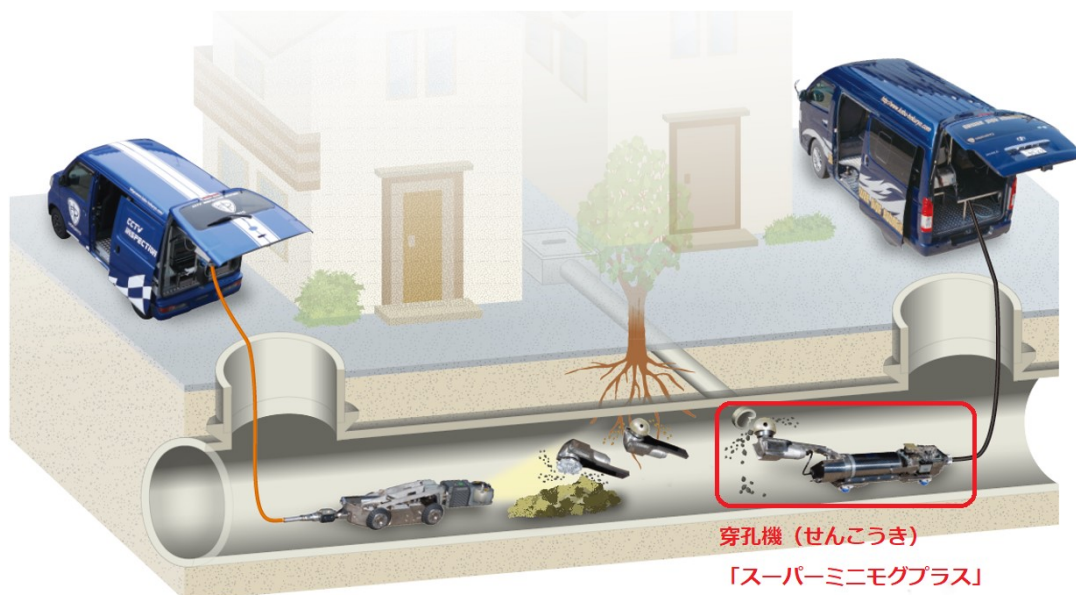
### 2-1 提案企業の概要

#### (1) 企業情報

北菱は建機部品、産業機械部品の加工製造に加えて、30年以上に亘り、下水道維持管理ロボットの開発、製造販売を日本国内で行っている。特に下水道管内の異物除去や更生工事後のライニング材の穴あけで使用する「穿孔機」(せんこうき)については、各種用途に応じた商品を揃えており、ニーズに応じた商品の開発を行ってきた。現場作業でその他必要となる特殊車両の販売及びアフターメンテナンスも行っており、下水道維持管理製品をトータルラインナップで市場に提供し、業界に貢献するとともに信頼を得ている。

表 9 提案企業の概要

項目	内容
法人名	株式会社 北菱
代表者名	谷口 直樹
本社所在地	石川県小松市長田町イ 18 番地
設立年月日	1957 年 10 月 5 日
資本金	41,040,000 円
従業員数	107 名
事業概要	創業以来建機部品の製造、特殊車両の整備からメンテナンスまで、各種車両にまつわる様々な業務を行なっている。近年は、本提案製品である下水道維持管理ロボットの自社開発・製造をはじめ、航空機産業部品の事業開拓などの新規分野にも取り組んでいる。



(出典：顧客への現場同行経験に基づき提案法人作成)

図 3 穿孔機による現場作業イメージ図

## (2) 海外ビジネス展開の位置づけ

北菱は日本国内の下水道の普及・補修の歴史とともに30年以上にわたりノウハウを蓄積し、自社製品の性能向上に努めてきた。今後はさらなる市場拡大を求め下水管の調査・工事需要が見込まれるアジア諸国への展開を行い、それらの開発課題を解決するとともに、自社製品の強みを活かした海外展開を目標としている。

下水道維持管理ロボットの海外輸出を開始するにあたり、マレーシアをターゲットと定め、進出のための準備を2012年から開始している。北菱の5か年計画(2019-2024)では、マレーシアローカルのディストリビューターとの代理店契約を締結、初回商品出荷を目標としており、2020年までにはマレーシアへの輸出体制を整え、2024年以降に年間20台の安定した商品輸出を目指している。現時点では、日本貿易振興機構(JETRO)の海外調査サービスや海外の代理店を通じて各国のマーケット情報も収集している。

## 2-2 提案製品・技術の概要

### (1) 製品・技術の特長

本提案製品である下水道維持管理ロボット、穿孔機のスーパーミニモグとスーパーメガモグは、人が中に入って作業ができない口径600mm以下の下水道管において異物や木の根の除去を行うことで管内の流動空間を確保するとともに、さらなる下水管の損傷を防ぐための商品である。駆動源がエア式でありながら油圧式に劣らない穿孔トルクがあり、現場で別途エアコンプレッサーを準備すれば素早く修繕作業を終えることができるという特長を有している。

案件化調査期間中に、スーパーミニモグの後継品としてロボット本体の構造を見直しより操作性、利便性の高いケーブルドラムやコントローラーに変更したスーパーミニモグプラスもリリースした。

欧州製穿孔機もエア式が主流になりつつある中、北菱でもいち早くエア式を採用した。競合社の油圧式穿孔機は管内で故障した場合には油が下水道管内に流出するが、提案両製品はエア式のため空気が下水管内に対して抜けるだけであり、環境にも優しい設計となっている。

## (2) スペック・価格



スーパーミニモグ  
(対応する下水管の口径：単位=mm  
Φ150・Φ200・Φ250・Φ300)



スーパーメガモグ  
(対応する下水管の口径：単位=mm  
Φ350・Φ400・Φ450・Φ500・Φ600)



操作盤



50m ケーブルドラム  
(各種接続ケーブル含む)

(出典：提案法人作成)

図 4 スーパーミニモグとスーパーメガモグおよび操作盤（共通）、50mケーブルドラム

スーパーミニモグ（本体ならびに各管径対応用付属品）の本邦での販売価格は\*\*\*万円で、スーパーメガモグ（本体ならびに各管径対応用付属品）の本邦での販売価格は\*\*\*万円で、作業をおこなう下水道管の直径に応じて商品化した。これに操作盤と 50m ケーブルドラム（\*\*\*万円）を加えたスーパーミニモグの標準セット価格は\*\*\*万円、スーパーメガモグの標準セット価格は\*\*\*万円と従来の油圧式穿孔機に比べ\*\*\*の価格と、コストパフォーマンスに秀でている。駆動源はエア式であり、環境に配慮した設計で、重量は約 20kg/40kg（ミニモグ/メガモグ）と携帯性にも優れている。

## (3) 国内外の販売実績と市場の動向

国内市場については、北菱を含む国産メーカー2社と欧州製が主に8割程使用されている。また、中国製及び韓国製の穿孔機も数は少ないが残り2割が使用されている。

北菱製品の国内実績としては、下水道維持管理業務を自治体から受託している大手企業と地元企業、自治体への導入実績がある。件数は累計で\*\*\*件以上、売上高は約\*億円であ

る。納入に際して、保守アフターメンテナンスも含め対応してきている。我が国の下水道施設は老朽化の時期を迎えており、下水管についても各自治体が計画的な施設の更新や延命化の事業に着手している。その手法としては樹脂含浸更生材を用いる管更生工法（CIPP）が主として用いられており、CIPP における施工前の障害物の除去とライニング工事後の取付管復旧のための穿孔に用いられる穿孔機の需要は、今後も増加傾向が続くことが想定される。なお、北菱の自社製品である穿孔機の海外への出荷実績はまだ無い。

#### （４）国内外の競合他製品との比較優位性

国内の競合他社製品との比較は表４のとおりであり、北菱の下水道維持管理ロボット（スーパーミニモグとスーパーメガモグ）の対応口径は150mm～600mmと、かなり幅広くほとんどの下水道管路に対応することができる。大きさも他の穿孔機と比較して小さく、本体重量も軽量で、持ち運びがしやすいという利点もある。エア式を採用で環境にやさしいことも評価を受けている。特に販売価格については、他と比べて抜きんできている。

表 10 国内外の競合他製品との比較優位性

企業機密情報につき非公表

#### （５）海外競合他社製品との比較と市場の動向

中国製や韓国製の類似商品の価格はスーパーミニモグとスーパーメガモグよりも若干安い粗悪品が多い。欧州製の品質は国内の競合他社と同様のレベルであるが、高額である。これらに比べると、スーパーミニモグとスーパーメガモグは高品質でコストパフォーマンスに優れた製品仕様となっている。

マレーシア市場動向については、本案件化調査におけるヒアリング調査を通じて、現地コントラクターが欧州製及びロシア製の穿孔機を保有していることを確認した。詳細については、４－２章で詳述する。

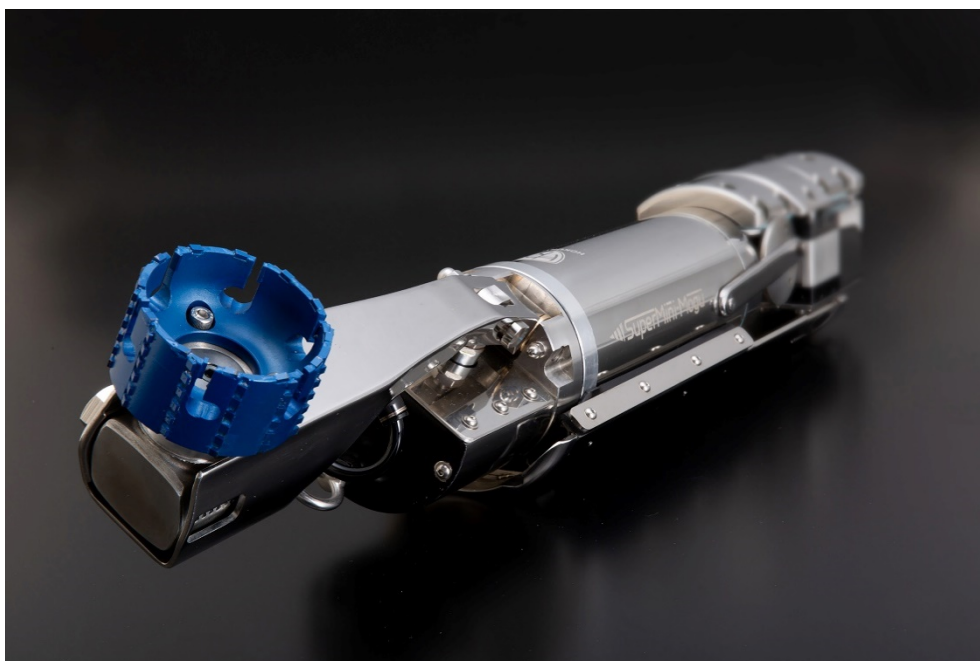
#### （６）その他（表彰実績等）

北菱の「パワーアップした下水道管メンテナンスロボットの研究開発」は、平成 29 年度いしかわ企業研究者表彰事業表彰を受けるなど、自社製品の研究開発に積極的に取り組んでいる姿勢と、壊れにくい設計技術力が高い評価を受けている。加えて、新規に下水道維持管理の分野に参入し仕事をしたい企業にとっての選択肢となりうるよう、スーパーミニモグとスーパーメガモグの PR を行い、地域の中小企業のリーダーとして、地元の経済・地域活性化を支えてきている。

また案件化調査期間中に、北菱代表の谷口をリーダーとする開発チームでスーパーミニモグの改良を行い、2019 年度「グッドデザイン賞」に申請したところ大賞を受賞した。商品名を「スーパーミニモグプラス」としてリリースし、国内での販売を開始した。具体的

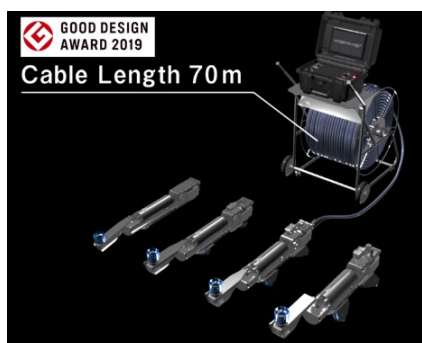
な改良点としては、ロボット本体の意匠デザインを見直し、ケーブルドラム下部にローラーを標準装備したことにより、狭い路地でも作業者がドラムを転がして運搬が可能となったほか、液晶ディスプレイが標準搭載の操作性に優れたボックス型のコントローラーへと変更になった。一般的に民生品としての使用用途が全くない下水道維持管理の分野での下水道ロボットとしての大賞受賞は異例であり、2019年度のグッドデザイン受賞展にも参加した。2020年からはマレーシアの販売代理店と代理店契約を締結したので、同国に対しても販売していく予定である。

【スーパーミニモグプラス（ロボット本体）】



【スーパーミニモグプラス】

【グッドデザイン賞授与式:2019年10月2日】



このデザイン賞は日本に限らず中国、台湾や韓国からも数多く選出されており、アジア圏にも認知されている賞である。Gマーク（ジーマーク）をカタログやWeb媒体で利用し

て、マレーシアの市場に対しても現地代理店を通じて積極的にプロモーション活動を実施していく予定である。

またグッドデザイン賞に加えて、2019年度「いしかわエコデザイン賞2019」の大賞も受賞した。この賞は、低炭素(地球温暖化防止)、里山里海保全などの自然共生、資源循環(3R)、環境保全のための情報発信やパートナーシップ(参加・国際的取組)など、持続可能な社会の実現に向けて生み出された、石川発の優れた「製品(モノづくり)」「サービス(コトおこし)」を育て、発信していこう、という賞で今年が9回目であった。ここでいうデザインは、姿・形(意匠・装飾)だけでなく、製品やサービスを生み出すコンセプトや姿勢(戦略・企画・設計)のことも幅広く含んでいる。現場での作業性やメンテナンスを考慮した環境配慮型の設計に加え、小型・軽量化と低廉化を可能とした高い技術力、さらには、国内はもとよりインフラ老朽化が深刻な海外にも対応できる点が高く評価され、今後の国内外での更なる普及を石川県より期待されて受賞に至った。

グッドデザイン賞と合わせて、マレーシアでの展開で使用する販促物等にも活用していく予定である。

#### 【石川県エコデザインアワード2019】



#### 【石川県谷本知事より表彰状授与】



#### 【受賞製品についてのプレゼンテーション】



## 2-3 提案製品・技術の現地適合性

### (1) 現地適合性の確認方法

北菱製穿孔機の現地適合性の確認方法として、技術面での現地適合性（用途面）について、まず、マレーシアでの下水管の管理と下水管の老朽化等の現状及び老朽下水管の更新事業の現状について収集した情報を分析し以下の確認を行う。

- ✓ 穿孔機の用途の確認
- ✓ マレーシアにおける下水管の現状の確認
- ✓ マレーシアにおける CIPP による老朽下水管の更新事業の現状の確認

次に、同じく技術面での現地適合性（性能面）について、現地で用いられている穿孔機との性能比較において以下の確認を行う。

- ✓ 穿孔機能と操作性能についての確認
- ✓ その他の機能についての確認（自走性能及び TV カメラの有無等）

また、制度面での適合性について、収集した資料や関係機関との面談により得られた情報により確認を行う。最後に、IWK のトレーニングセンターで実施するセミナーにおいてデモ施工を実施し、マレーシア側の関係者に北菱製穿孔機の使いやすさを含めた性能を示すこととした。

さらに、市場の観点から重要となる CIPP 事業の今後の見通しについて入手した情報を基に分析と想定を行う。以上の一連の作業に基づいて、北菱製穿孔機のマレーシアにおける現地適合性の確認を行うこととする。

### (2) 技術面での現地適合性（用途面）

企業機密情報につき非公表

### (3) 技術面での現地適合性（性能面）

企業機密情報につき非公表

### (4) 制度面での現地適合性

下水道維持管理ロボットの機能は、CIPP の作業自体のように目的構造物を構築するのではなく、切断、除去、穿孔等の作業のみを行うものである。わが国においては、一般に請負作業の方法は発注者が特に定めるもの以外は、受注者の裁量にゆだねられている。

マレーシアにおいてもこの考え方が適用されているものと考えられる。SPAN との面談で、SPAN は下水道維持管理ロボットの仕様その他について何ら制約を設けていないことを確認した。また、IWK との面談で、IWK は更生工事等で使用する穿孔機の仕様等について何ら定めていないことも確認した。従って、現時点で収集した情報に基づくと、北菱製維持管理ロボットをマレーシアで使用することに制度面での制約はない。

### (5) 現地でのセミナーの実施による現地適合性の確認



下記の内容で現地でのセミナーを実施し、北菱製穿孔機の性能及び操作性、並びに下水道管路管理に関するわが国の現状及び革新的な技術についてマレーシア側の IWK 及び下水道管路メンテナンス会社並びに下水道機器代理店の理解が深まり、同製品のマレーシアにおける適用性を高めることができた。

a) セミナー概要

- ✓ タイトル：Seminar on Effective Sewer Pipe Maintenance and Management through Sewer Maintenance Robot and other Technologies
- ✓ 日時：2019年7月24日 8:00-13:30
- ✓ 場所：IWTC (Indah Water Training Center)
- ✓ 参加者（マレーシア側）：IWK の関連部署および事務所の担当者、マレーシアのコントラクターなど、計 27 名が参加
- ✓ 参加者（日本側）：JICA マレーシア事務所、日本側関連メディア、計 4 名が参加
- ✓ 主催者（日本側）：北菱、日水コン、北國銀行、計 9 名が参加

b) 実施内容 1（講義方式）

- ✓ Opening Remark: IWK の Operations & Maintenance Department の General Manager、北菱の代表谷口、JICA マレーシア事務所
- ✓ 本プロジェクトの概要説明（日水コン）
- ✓ Strategic Sewer Rehabilitation Method のプレゼンテーション（日水コン）－日本や世界各国での下水道管理の経験に基づく下水道の管理/更新について
- ✓ Innovative Technologies for Sewer Pipe Management のプレゼンテーション（日水コン）－革新的な技術による下水道の管理について
- ✓ 北菱製穿孔機の紹介（ビデオ）と質疑応答を実施（北菱）－質疑応答では、我が国の下水道の管理方法、IoT を活用した下水道の管理及び北菱製穿孔機の機能についての質疑がなされ、それぞれについて理解が深まった。

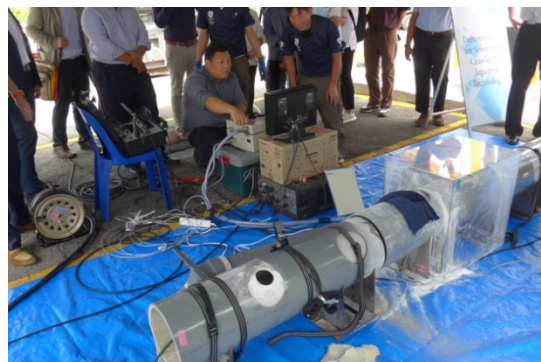
c) 実施内容 2（屋外での穿孔機のデモ施工）

屋外において、下記の穿孔機のデモ施工を実施した。

- ✓ 北菱製穿孔機の動作などの基本的な機能を説明
- ✓ 内径 250mm の塩ビ製下水道の内面に CIPP を施した模擬管を対象に、北菱製穿孔機を用いて穿孔し、CIPP により閉塞した各戸からの取付管の機能を回復
- ✓ 北菱製フレキシブルカッター（各戸の桝から挿入して異物の除去や CIPP 後の接続回復を行う装置）のデモ施工により、簡易な手法での取付管の機能を回復
- ✓ 現地コントラクターが穿孔機を操作し同様に取付管の機能を回復
- ✓ 取付管用維持管理ロボット「フレキシブルカッター」を使い取付管から挿入し、塩ビ下水道管外側からの削孔デモを実施

これらのデモ施工は、現地コントラクターによる操作を含めて、極めてたやすく、短時

間かつ正確に行われた。また、質疑応答も熱心に行われ、北菱製の穿孔機の実際の使い方に関する参加者の理解が進み、北菱製穿孔機の性能の高さが確認された。

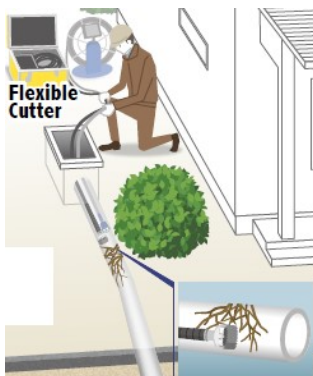


なお、北菱製品である「フレキシブルカッター」を現地コントラクターに紹介したところ高い関心を示したため、ミニモグのデモ実施後に「フレキシブルカッター」についても実演を行い、参加者からは現場で使用してみたいとのコメントがあった。

#### 【フレキシブルカッター】



#### 【作業イメージ】



※フレキシブルカッターは家庭の取付枠から挿入し、取付管内の木の根などの異物除去や更生工事後のライニング材に穴をあける機材

#### d) アンケート調査の結果

マレーシア側の参加者27名のうち半数以上がセミナー終了後のアンケートに回答した。1人を除く回答者全員がセミナー全体の感想、評価を5段階評価中4以上の高評価であったと回答した。セミナー当日まで紙媒体でのカタログやWeb上の動画でしか商品の内容確認ができなかったマレーシアに、初めて実機を送り込みデモを実施したことにより、参加者の中には「利便性がよくいい商品だと理解できた」「現場でも使用してみたい」「問題の解決できるいい商品だ」等の個別コメントがあった。また現地コントラクターの1社からは見積もりを提示して欲しいとの要望があった。

#### e) セミナーにより得られた成果

本セミナーの実施により下記の成果が得られた。

- ✓ わが国及び他国の下水管路管理に関する講義により、IWK 職員に対して今後のマレーシアにおける同業務の実施についての参考的知識を与えることができた。
- ✓ わが国の下水管路管理に関する革新的技術の紹介により、IWK 職員に対して今後のマレーシアにおける同業務の実施について、同技術を含めた参考知識を与えることができた。
- ✓ 北菱製穿孔機のビデオ説明及び同機を用いた実地のデモ施工により、同機の性能の高さ及び操作性の良さを示すことができた。また、活発な質疑応答により、北菱製穿孔機の操作方法や性能についてより理解を深めることができた。
- ✓ マスコミ関係者のセミナー参加と発信により、北菱製穿孔機及び本調査について効果的な広報を行うことができた。「時事速報」JIJI News Bulletin（2019年7月25日版）と「The Daily NAA」（第06023号）に新聞記事が掲載された。

#### （6）マレーシアにおける今後の CIPP 事業の見通し

企業機密情報につき非公表

#### （7）北菱製穿孔機の現地適合性についてのまとめ

北菱製穿孔機の技術面での適合性の確認において、同機が持つ基本性能がマレーシアにおける下水管の管理業務に合致していることが確認された。次に、最も用途として期待される CIPP の施工前後の異物除去及び取付管開口部の復旧については、マレーシアでは下水管の更新事業を早くから継続的に実施しており、約\*\*%が CIPP により行われていること、及び、2006 年以降着実に実施されていることを確認した。技術面の適合性についての別の側面の確認として、現地で既に用いられている競合機種との性能比較を比較しその優位性や中小事業者の CIPP 事業への新規参入の可能性を確認した。

一方、制度面での現地適合性としては、特に制約がないことを確認した。

今後更新の対象となる下水管がさらに増大することを考慮すると、新たな更新事業が従来よりも大きな規模で計画実施されること、すなわちマレーシアにおいては CIPP 事業の大きなポテンシャルがあることが想定される。そのため、穿孔機が CIPP 工事に必要であることから、マレーシアにおける北菱製穿孔機の適合性は高いと考えられる。

### 2-4 開発課題解決貢献可能性

本提案技術である下水道維持管理ロボットを活用した下水道維持管理を適切に行うことで、下水管に侵入した木の根や異物除去を効率的に行える。マレーシアとしても予防保全の一環として、交通往来の激しい都市部での交通制限不要である管更生を推進しようとしているが、下水道維持管理ロボットは、異物除去だけでなく、管更生の前後の管路内クリーニングならびに修繕にも活躍する商品である。その結果、下水管の異物による閉塞/損傷

から引き起こされる道路陥没や浸水の被害が減少することに貢献し、補修に伴う交通渋滞を抑止すること、さらには、汚水による土壌汚染も防止に寄与する可能性の高い技術である。

## 第3章 ODA 案件化

### 3-1 ODA 案件化概要

#### (1) ODA 案件概要

本案件化調査終了後は、具体的な ODA 事業として、JICA 中小企業・SDGs ビジネス支援事業である「普及・実証・ビジネス化事業」を念頭に、マレーシア国クアラルンプールにおいて、下水道維持管理ロボット（スーパーミニモグ及びスーパーメガモグ）の現地適合性を高めるための実証活動を行うとともに、普及に向けた事業計画を確立するための、ODA スキームを提案する予定である。以下に ODA 案件の想定内容を示す。

表 11 ODA 案件の概要

項目	内容
目的	マレーシア国クアラルンプールにおいて、下水道維持管理ロボットの現地適合性を高めるための実証活動や提案製品の普及活動を通じ、ビジネス展開が促進されることを目的とする。
成果	成果 1：管更生工事における下水道維持管理ロボットの適用性及び有効性が実証される。 成果 2：下水道維持管理ロボットを活用した、カウンターパート機関における下水管路の維持管理に係る能力向上や体制強化が図られる。 成果 3：下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事实施ガイドラインや、評価委員会、セミナー及び現地見学会等の開催を通じ、ビジネス展開が促進される。
活動	活動 1-1：下水道管路に係る情報を収集し、管更生工事实施に向け、カウンターパート及び関係機関とともに対象箇所や発注方法、スケジュール、役割分担等を確認する。 活動 1-2：下水道管路調査及び管更生工事实施のための入札図書を作成するとともに、競争入札を通じて現地コントラクターを選定する。 活動 1-3：下水道管路調査を通じた劣化診断を行うとともに、穿孔機による接続管穴あけを含めた対象管路の管更生工事を実施する（実施条件等を変更して、3 フェーズに分割して実施）。 活動 1-4：穿孔機による接続管穴あけ箇所を含む、管更生工事实施前後の管路状況を確認し、下水道維持管理ロボットによる事業効果を把握する。 活動 2-1：カウンターパート機関と協力しながら、下水道維持管理ロボットを活用した下水管路の維持管理マニュアルを策定する。 活動 2-2：カウンターパート機関を対象に、下水道維持管理ロボットを活用した下水管路の維持管理に係る現地研修会を開催し、技術移転を目的とした実践的な技術指導を実施する。 活動 2-3：カウンターパート機関を本邦に受け入れ、日本国内での下水管路の維持管理体制

項目	内容
	<p>や下水道維持管理ロボットによる管更生工事の実施状況を視察し、下水管路の効果的な維持管理の促進に向けた体制や制度について理解を深めさせる。</p> <p>活動 3-1：カウンターパート機関や関係機関を対象に、定期的に評価委員会を開催し、下水道維持管理ロボットの性能評価を通じて、穿孔機としての有用性や優位性について周知を図る。</p> <p>活動 3-2：下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事実施ガイドラインを策定し、JPP に提案するとともに、承認に向けた支援を行う。</p> <p>活動 3-3：販売先候補である現地コントラクターを招いてセミナーや現地見学会を開催し、普及活動や現地メディアを通じた広報活動を行う。</p> <p>活動 3-4：上記の普及活動を通じて得られた引き合いや関心を元に、現地パートナー企業とともに重点展開先を絞り込み、ビジネス展開が促進される。</p>
投入	<ul style="list-style-type: none"> <li>・下水道維持管理ロボット（スーパーミニモグ 2台：管更生工事に用と維持管理用）</li> <li>・北菱の従業員（5名）</li> <li>・下水道管理や現場施工の専門家（外部人材）：6名</li> </ul>
関係機関の役割分担	<p><b>マレーシア国 アドバイザー機関</b>    Jabatan Perkhidmatan Permbetangan/ Sewerage Service Department (JPP)    ■ 下水道分野のアドバイザー機関として、実証事業全般にわたる助言や提案を行う</p> <p><b>マレーシア国 カウンターパート機関</b>    Indah Water Konsortium(IWK)    ■ 実証サイト(下水管路)の選定・確保    ■ 供与機材の適切かつ効果的な活用</p> <p><b>クアラルンプールでの実証事業</b>    マレーシア国 更生工事実施会社</p> <p><b>日本国関係機関</b>    JICA    契約    提案企業(株)北菱    契約    契約    外部人材(株)日水コン    外部人材(株)北國銀行    外部人材(株)下水管路調査・更生工事実施会社</p> <p>契約    工事監理    マレーシア国 コンサルタント会社</p> <p>M/M</p> <p>実証サイトの選定・確保</p> <p>管路調査    管路更生</p>

(出典：JICA 調査団作成)

(2) パイロット・サイトの選定

パイロット・サイトとしては、カウンターパート候補機関である IWK から推奨のあった(日常の維持管理状況から選定)、クアラルンプール首都圏における以下の地区を第一候補とし、入札価格に応じて対象管路延長を調整することとする。

表 12 パイロット・サイトの候補

企業機密情報につき非公表

### 3-2 ODA 案件内容

#### (1) PDM

カウンターパート候補機関である IWK との協議結果より普及・実証・ビジネス化事業の PDM 案を以下に示す。

表 13 PDM 案

目的；マレーシア国クアラルンプールにおいて、下水道維持管理ロボットの現地適合性を高めるための実証活動を行うとともに、普及に向けたビジネス展開が促進される。	
成果	活動
成果1 【実証活動】 管更生工事における下水道維持管理ロボットの適用性及び有効性が実証される。	1-1：下水道管路に係る情報を収集し、管更生工事実施に向け、カウンターパート及び関係機関とともに対象箇所や発注方法、スケジュール、役割分担等を確認する。
	1-2：下水道管路調査及び管更生工事実施のための入札図書を作成するとともに、競争入札を通じて現地コントラクターを選定する。
	1-3：下水道管路調査を通じた劣化診断を行うとともに、穿孔機による接続管穴あけを含めた対象管路の管更生工事を実施する（実施条件等を変更して、3 フェーズに分割して実施）。
	1-4：穿孔機による接続管穴あけ箇所を含む、管更生工事実施前後の管路状況を確認し、下水道維持管理ロボットによる事業効果を把握する。
成果2 【能力開発】 下水道維持管理ロボットを活用した、カウンターパート機関における下水管路の維持管理に係る能力向上や体制強化が図られる。	2-1：カウンターパート機関と協力しながら、下水道維持管理ロボットを活用した下水管路の維持管理マニュアルを策定する。
	2-2：カウンターパート機関を対象に、下水道維持管理ロボットを活用した下水管路の維持管理に係る現地研修会を開催し、技術移転を目的とした実践的な技術指導を実施する。
	2-3：カウンターパート機関を本邦に受け入れ、日本国内での下水管路の維持管理体制や下水道維持管理ロボットによる管更生工事の実施状況を視察

	し、下水管路の効果的な維持管理の促進に向けた体制や制度について理解を深めさせる。
<b>成果3 【普及活動】</b> 下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事実施ガイドラインや、評価委員会、セミナー及び現地見学会等の開催を通じ、ビジネス展開が促進される。	<b>3-1:</b> カウンターパート機関や関係機関を対象に、定期的に評価委員会を開催し、下水道維持管理ロボットの性能評価を通じて、穿孔機としての有用性や優位性について周知を図る。
	<b>3-2:</b> 下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事実施ガイドラインを策定し、JPP に提案するとともに、承認に向けた支援を行う。
	<b>3-3:</b> 販売先候補である現地コントラクターを招いてセミナーや現地見学会を開催し、普及活動や現地メディアを通じた広報活動を行う。
	<b>3-4:</b> 上記の普及活動を通じて得られた引き合いや関心を元に、現地パートナー企業とともに重点展開先を絞り込み、ビジネス展開が促進される。

本事業では、下水道維持管理ロボットの普及展開を目的として、カウンターパート候補機関である IWK の協力を得て、管更生工事における接続管穴あけ施工や、対象管路の管更生工事日常の侵出根や付着モルタル、固化した油脂などの除去作業等の管路維持管理作業における有用性・優位性の周知を図るとともに、現場工事及び維持管理での安全性・品質の向上、規格標準化を通じて、下水道維持管理ロボットの定着を図ることとする。

## (2) 投入

前述の PDM に基づく日本側の業務内容と投入人員を以下のように想定する。

表 14 日本側の業務内容と投入人員

要員	担当	業務内容
調査要員	業務主任者	事業統括、C/P 候補機関協議
	事業戦略	事業展開方針の策定
	市場調査	販売方法検討、代理店協議
	機器オペレーター	穿孔機取り扱い指導
	維持管理計画	維持管理マニュアル作成
外部人材	外部人材業務の総括/下水道管理	業務全般に亘る技術支援、案件進捗管理、評価委員会対応
	下水道管路調査	事業効果の評価、管更生工事実施ガイドラインの策定
	積算・調達	入札図書作成



	施工計画	施工方法・施工計画検討
	施工管理（日常作業）	日常維持管理作業の現場管理
	施工管理（管更生）	管更生工事の施工管理
	事業計画	事業計画の策定

（出典；JICA 調査団作成）

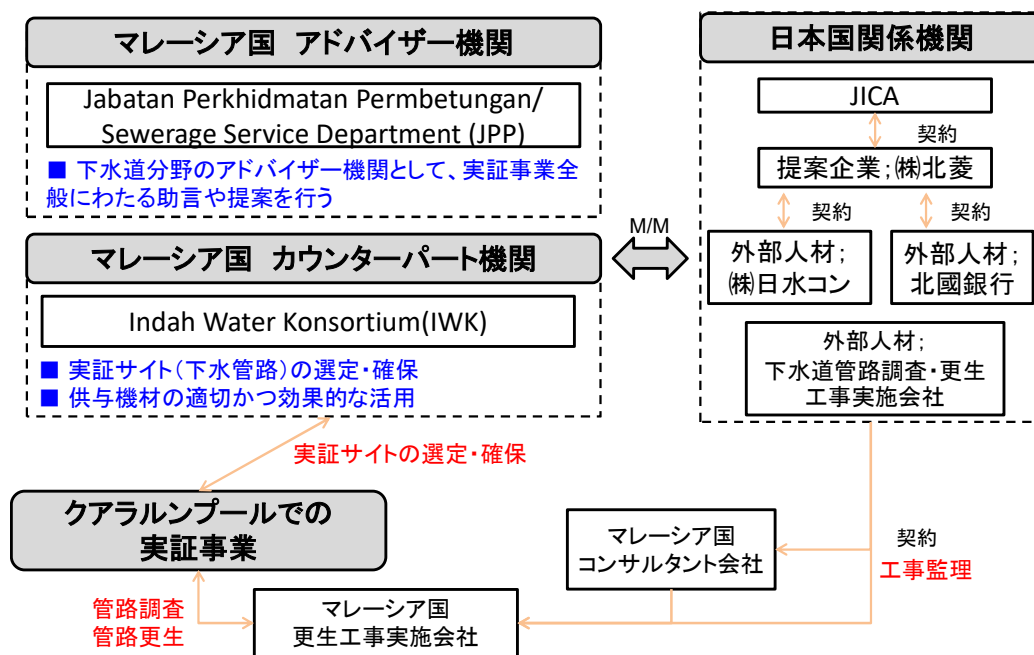
### （３）C/P の役割・負担事項

カウンターパート候補機関としては、マレーシア国にてクアラルンプールを含む 88 箇所の地方自治体の下水道施設の運営・維持管理を実施している Indah Water Konsortium (IWK) を想定している。カウンターパート機関としての IWK の役割は以下の通り。

- 普及・実証・ビジネス化事業の効果的・効率的な実施のために必要な情報（事業実施に必要な資料・地図・データ等）及び治安情報を適宜提供し、事業の円滑な実施に協力する。
- 実証事業の実施箇所の提供及び道路の通行止めや交通整理等実施に必要な各種許認可を取得する。
- 下水道維持管理ロボットの実証を行う下水管の利用を許可するとともに、北菱のスタッフと共に運転作業を実施する。
- 普及・実証・ビジネス化事業終了後に譲渡予定の下水道維持管理ロボットを事業終了後も効果的に活用するとともに適切な管理をおこなう。
- 本邦受入活動において、受入活動計画に基づき参加候補者を選定する。

### （４）実施体制

現時点で想定される普及・実証・ビジネス化事業の実施体制（案）は以下の通り。



(出典 ; JICA 調査団作成)

図 5 実施体制

普及・実証・ビジネス化事業の期間中、カウンターパート候補機関の IWK だけでなく、マレーシア国において下水道行政を担っている水・国土・自然資源省 (KATS) 内の Jabatan Perkhidmatan Permbetungan/Sewerage Service Department (JPP) にもアドバイザーとして、定期的に行われる評価委員会に参加してもらい、下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事の事業効果や性能評価を通じて、下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事実施ガイドラインの提示と承認に向けた働きかけを行いつつ、穿孔機としての有用性や優位性について周知を図ることとする。

#### (5) 事業費概算

成果 1 に係る実証活動については、下水道管路調査および管更生工事を現地コントラクターに委託することとし、指名競争入札によって業者選定を行う。実施条件等を変更して、3 フェーズに分割して実施することとし、フェーズごとに評価委員会を開催して、下水道維持管理ロボットによる事業効果を把握する。

下水道管路調査および管更生工事の事業費を概算するため、マレーシア国の現地コントラクターに見積依頼を行った。見積依頼に当たっては、「(公益財団法人) 日本下水道新技術機構」による「下水道管路改築・修繕事業技術資料 (2006 年 3 月)」や (社) 日本管更生技術協会が策定した CIPP 標準仕様書も参考にしつつ、以下のような調査および工事仕様の項目出しを行った。

表 15 下水道管路調査および管更生工事の概要

項目	内容
下水道管路調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・展開広角カメラを利用して、迅速かつ効果的に下水管の劣化診断を実施。</li> <li>・受注者が所有の展開広角カメラを利用。</li> <li>・事前に下水管の管内清掃を実施。</li> <li>・1チームによって管路調査を行い、診断報告書を発注者に提出。</li> </ul>
管更生工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CIPPによる管更生と北菱製の穿孔機による接続管の穴あけを実施。</li> <li>・対象とする管種はVCPで、管径は200-500mm（主に225mm）。</li> <li>・下水管TVカメラによる事前・事後の報告。</li> <li>・事前の管内清掃や止水等、CIPPの施工に必要な事前準備。</li> <li>・1チームによってCIPPによる管更生と接続管の穴あけを実施。</li> <li>・穿孔機については、北菱製の穿孔機を受注者に貸与。</li> <li>・穿孔機以外の必要な資機材は受注者が準備。</li> </ul>

その結果、現地コントラクターからの見積金額に基づき、現時点にて想定している概算事業費については、1フェーズ（管路調査；L=\*\*\*m、管路更生工事；L=\*\*\*\*mを想定）あたり約\*\*\*千円とし、3フェーズ合計で約\*\*\*千円とする。

(6) 活動計画・作業工程

PDM案に基づく活動計画・作業工程表を以下に示す。なお、下水道管路更生工事においては3フェーズに分割し、フェーズごとに活動1-2~1-4を実施することを想定している。

表 16 活動計画・作業工程

成果	活動	月数及び作業スケジュール																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
成果1【実証活動】 管更生工事における下水道維持管理ロボットの適用性及び有効性が実証される。	1-1: 下水道管路に係る情報を収集し、管更生工事実施に向け、カウンターパート及び関係機関とともに対象箇所や発注方法、スケジュール、役割分担等を確認する。																										
	1-2: 下水道管路調査及び管更生工事実施のための入札図書を作成するとともに、競争入札を通じて現地コントラクターを選定する。																										
	1-3: 下水道管路調査を通じた劣化診断を行うとともに、穿孔機による接続管穴あけを含めた対象管路の管更生工事を実施する。																										
	1-4: 穿孔機による接続管穴あけ箇所を含む、管更生工事実施前後の管路状況を確認し、下水道維持管理ロボットによる事業効果を把握する。																										
成果2【能力開発】 下水道維持管理ロボットを活用した、カウンターパート機関における下水道の維持管理に係る能力向上や体制強化が図られる。	2-1: カウンターパート機関と協力しながら、下水道維持管理ロボットを活用した下水道の維持管理マニュアルを策定する。																										
	2-2: カウンターパート機関を対象に、下水道維持管理ロボットを活用した下水道の維持管理に係る現地研修会を開催し、技術移転を目的とした実践的な技術指導を実施する。																										
	2-3: カウンターパート機関を本邦に受け入れ、日本国内での下水道の維持管理体制や下水道維持管理ロボットによる管更生工事の実施状況を視察し、下水道の効果的な維持管理の促進に向けた体制や制度について理解を深めさせる。																										
成果3【普及活動】 下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事実施ガイドラインや、評価委員会、セミナー及び現地見学会等の開催を通じ、ビジネス展開計画が策定される。	3-1: カウンターパート機関や関係機関を対象に、定期的に評価委員会を開催し、下水道維持管理ロボットの性能評価を通じて、穿孔機としての有用性及び優位性について周知を図る。																										
	3-2: 下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事実施ガイドラインを策定し、JPIに提案するとともに、承認に向けた支援を行う。																										
	3-3: 販売先候補である現地コントラクターを招いてセミナーや現地見学会を開催し、普及活動や現地メディアを通じた広報活動を行う。																										
	3-4: 上記の普及活動を通じて得られた引き合いや関心を元に、現地パートナー企業とともに重点展開先を絞り込み、事業計画を策定する。																										

(出典：JICA 調査団作成)

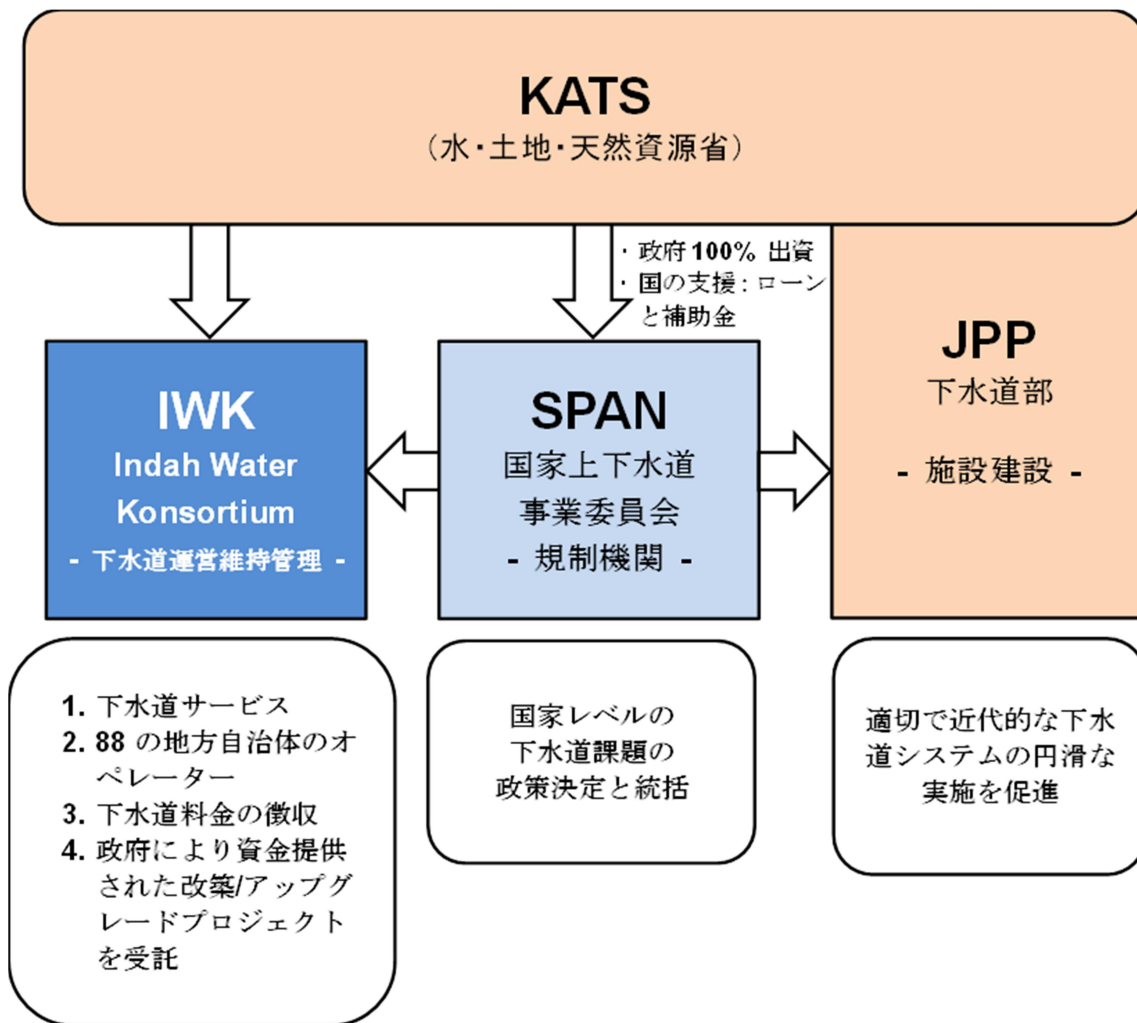
#### (7) 本提案事業後のビジネス展開

本提案事業を実施することにより、以下の効果が期待でき、その後のビジネス展開に寄与するものとする。

- ① 下水道維持管理ロボットの技術紹介を行う現地見学会や技術研修会を広く実施し、施工会社・維持管理会社双方に導入希望者を発掘することができる。
- ② 評価委員会の活動を通じて、管更生工事における穿孔作業の安全管理・品質向上を図ることができる。
- ③ 下水道維持管理ロボットを活用した管更生工事実施ガイドラインの策定を通じて、導入した下水道維持管理ロボットの管更生工事への普及促進が図られる。
- ④ C/P 機関と協働し、現地の日常管理における下水道維持管理マニュアルが策定される。
- ⑤ 現地パートナー企業との協業を通じて、マレーシア国でのビジネス展開の基盤をより強固にし、機器のメンテナンス作業や技術研修会開催等の技術移転が進む。

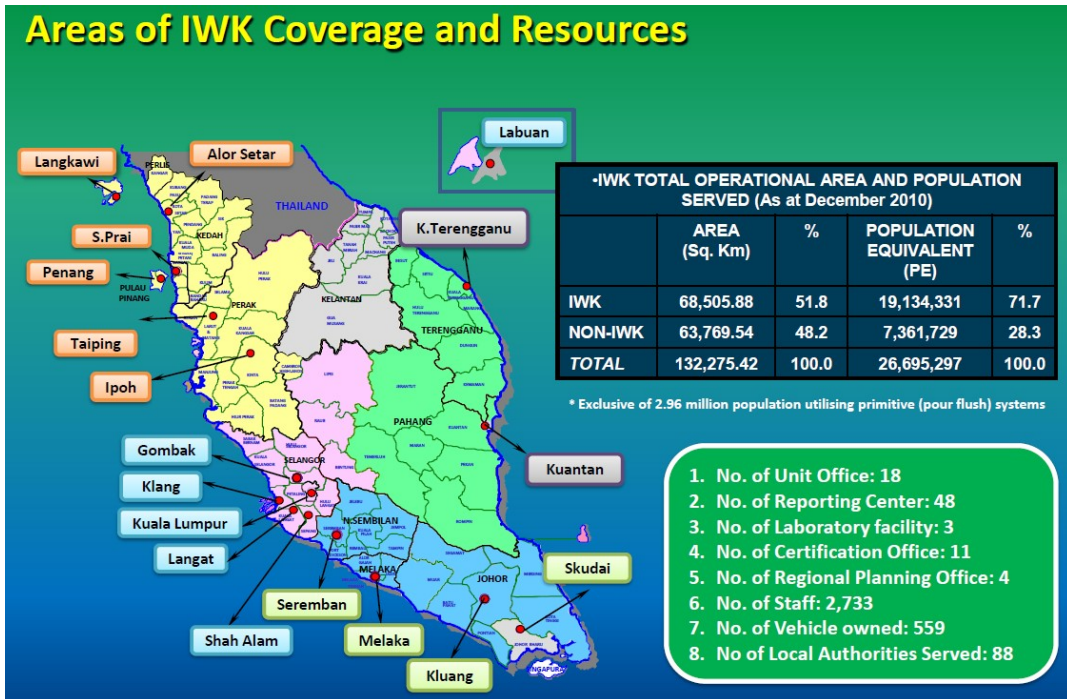
#### 3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

2018年7月にエネルギー・環境技術・水省（KeTTHA）及び自然資源・環境省（NRE）の一部の統合により、水・国土・自然資源省（KATS）が設立され、マレーシアの下水道行政全般を担っている。実務の実施は、政策の実施、監督、規制、基準の設定、全国の下水道事業の均一性のモニタリング及び確保という役割を担っている Regulator（法定機関）である国家上下水道事業委員会（Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negar、以下 SPAN）、施設の建設を担当し KATS 内の Agency である JPP 及び SPAN の規制ならびに KATS が定める排水基準の規制を受けながら、88 の地方自治体の下水道施設の運営・維持管理を行う Company である IWK が役割分担して行っている。これらの機関の相関関係を以下に示す。案件化調査開始前には、IWK は財務省の 100%子会社であったが 2018 年の政権交代で、現在はエネルギー・環境技術・水省の管轄下にある。



(出典：JICA 調査団作成)

図 6 マレーシアの下水道行政-IWK と関連機関の役割



(出典：IWK のプレゼンテーション資料)

図 7 IWK の管轄する地域 (2010 年時点)

本提案技術は下水管の維持管理を目的としたものであることから、カウンターパート機関としては、マレーシアの半分以上の地域と人口を管轄している IWK を想定している。これまでの IWK との協議状況の経緯について、まとめたものを以下に示す。

表 17 これまでの協議状況

時期	訪問者および面談者	協議内容等
2017年 10月	北菱が IWK と SPAN を訪問	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 下水管の破損の原因が、油やグリース、木の根、経年劣化、施工不良等であることを確認した。</li> <li>・ IWK の役割と抱えている課題（予防保全ではなく事後保全がほとんどであること、補修費の削減）を確認した。</li> <li>・ 北菱の下水道維持管理ロボットを紹介し、IWK の関心が高いことを確認した。</li> <li>・ マレーシアへ輸出するためには、輸入代理店による手続きが必要となることを確認した。</li> </ul>
2018年 4月	日水コン（外部人材）が IWK と面談	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本案件化調査の概要を説明するとともに、採択された場合の協力を依頼し、快諾された。</li> </ul>
2018年 5月	5月17日に、IWK より本案件化調査の企画提案に対する関心表明と積極的な支援をする旨のレターを受領した。	

2019年 3月	3月12日にIWKのメンバーとJICA調査団にて、キックオフ協議を開催	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本案件化調査の概要、北菱の下水道維持管理ロボットのマレーシアでの適用可能性や効果、市場調査の内容をJICA調査団からIWKに説明。</li> <li>・IWKより調査内容について了解を得るとともに、下水道維持管理に係る関連情報の提供や、IWKの現場事務所での日常維持管理業務の視察など、調査に協力する旨の表明があった。</li> </ul>
2019年 9月	9月11日、13日にJICA調査団がIWKと面談	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実施済みの管路調査及び補修・更新事業の内容・規模を確認した。特にRiver of Lifeプロジェクトの進捗状況及び実施企業の情報提供を求めたが、JPPの承認取得を指示された。</li> <li>・普及・実証・ビジネス化事業のスキーム及び想定される事業内容を説明し、対象箇所検討のための資料提供を依頼した。</li> </ul>
2019年 11月	11月6日にJICA調査団がIWKと面談	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまでの案件化調査結果の報告及び下水道管路維持管理に係る提案を行った。</li> <li>・普及・実証・ビジネス化事業にて想定される事業量及び各関係機関の役割等を説明した。合わせてIWKが普及・実証・ビジネス化事業のC/P機関となるよう要請し、概ね了承が得られ、今後協議を継続していくことを確認した。</li> </ul>

### 3-4 他 ODA 事業との連携可能性

マレーシアの一人当たり GNI は 9,650 米ドル (2017 年) で、ODA 卒業移行国となっていることから、大規模なインフラ案件に係る ODA 案件は収束しつつある。他方で、これまでの円借款事業により整備されてきた下水道施設の適切な維持管理の実施等に課題を抱えており、JICA による下水道分野の開発調査、東京都下水道局/東京都下水道サービス株式会社による 2017~2018 年実施の草の根技術協力 (地域活性化特別枠) 事業「IWK が管理する下水処理場の運転・維持管理に関する人材育成事業」等の下水道維持管理の能力向上といった我が国援助の成果を受けている。そのため将来的に下水道施設を有効活用のための維持管理能力向上を目的とした技術開発プロジェクトが実施される際に、下水道維持管理ロボットを活用した維持管理マニュアルがその一助となるものと期待される。

### 3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

#### (1) 制度面にかかる課題/リスクと対応策

下水道維持管理ロボットを用いた ODA 案件の実施にあたっては、下水管路内での作業となるため、道路の通行止めや交通整理等の許認可が必要となるが、これまでの協議にて本

ODA 案件における各種諸手続きにおいては IWK の管轄とすることにて同意を得た。

#### (2) インフラ面にかかる課題／リスクと対応

本 ODA 案件の対象が下水管という公共インフラであることから、その情報が整理されており、かつ公共性・公平性などの側面から ODA 事業の対象として相応しいことが求められる。そのため ODA 案件として実施するにあたり、管路調査を含めた更生工事までの作業を IWK 協力の元、IWK の調達システムを利用しての調達とすることを確認している。

#### (3) C/P 体制面にかかる課題／リスクと対応策

C/P 候補機関である IWK の下水道管路等の維持管理について、その体制（維持管理費用の負担や人員体制等）より日常的な維持管理作業へのサポートにもニーズがあることが確認できている。そのため、プロジェクト実施後も継続して適正な維持管理が実施されるよう、ODA 案件の中で、下水道維持管理ロボットを活用した維持管理マニュアルの作成等技術支援を行う。加えて、我が国同様、人孔を開放することに伴う交通事故や、下水管路内での酸素欠乏等危険作業にも十分留意される体制が整うよう安全管理面についても支援を行うこととする。

### 3-6 ODA 案件を通じて期待される開発効果

本 ODA 案件により、下水管損傷による道路陥没や溢水被害を減少することが可能となる。普及・実証・ビジネス化事業においては、下水道維持管理ロボットの納入を想定しているが、その効果が証明され、マレーシアにおける予防保全が進めば、道路陥没や溢水被害も少なくなる。現時点では、下水管路の状態を十分把握できていないことから、定量的な削減率を示すことは難しいが、予防保全を徹底することで、下水管路の長寿命化が図られ、ライフサイクルコストを低減することも可能となる。



## 第4章 ビジネス展開計画

### 4-1 ビジネス展開計画概要

本事業におけるビジネス展開計画の概要を以下に示す。

表 18 ビジネス展開計画概要

	項目	内容
1	市場分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>マレーシア全国の下水管延長は 19,400km</li> <li>IWK に加え、下水道管の清掃、維持管理、修繕を行うコントラクターを下水道維持管理ロボットの主な販売先として見込むことができる。</li> </ul>
2	バリューチェーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水道維持管理ロボット（「スーパーミニモグ」「スーパーメガモグ」）の現地代理店を通じて、マレーシアでのライセンスを有した現地コントラクターに輸出し、IWK の下水道管の維持管理サービスを提供する事業を展開。</li> </ul>
3	進出形態とパートナー候補	<ul style="list-style-type: none"> <li>初期段階は、現地代理店契約を締結したパートナーを通じ、下水道維持管理ロボットをマレーシアに輸出・販売する。</li> <li>事業が軌道に乗った段階で、マレーシアでの保守・アフターメンテナンスや周辺国への展開も踏まえて現地拠点の設立準備を進める。</li> </ul>
4	収支計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業開始以後 10 年で累計 100 台程度の販売を見込む。</li> <li>事業開始 10 年後を目途にした増産のための調達生産体制を整える。</li> </ul>
5	想定される課題・リスクと対応策	<ul style="list-style-type: none"> <li>許認可については、特に問題がないことを確認したが、今後の法制度や許認可の変更にも十分意識をもって対応する。</li> <li>知的財産の侵害に対し、必要に応じてマレーシア国において知的財産の出願と登録あるいは商標登録等を行うことを検討する。</li> <li>投資規制の変更や不透明な運用、政治介入等のリスクに備え、現地のパートナー企業からの情報収集、および必要に応じて、現地の会計事務所等へのアドバイスを求めることとする。</li> </ul>
6	期待される開発効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>コストパフォーマンスの高い穿孔機の導入により、予算不足が顕著な管更生工事のコストが削減される。</li> <li>交通量が多く容易に交通を遮断できないことから開削工事が難しいマレーシア国において、非開削工事の実施促進に寄与する。</li> </ul>
7	日本国内地元経済・地域活性化への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域における新製品開発のリーダーとしての役割の推進</li> <li>「スーパーミニモグ」「スーパーメガモグ」の穿孔能力の向上や改良のため共同研究開発を行うなど、産学連携を通じて地域活性化に貢献</li> <li>石川県鉄工機電協会や小松市商工会議所との連携を通じて、地域の中小企業のリーダーとして、地元の経済・地域活性化を支援</li> <li>石川県内の他の製造業の海外進出や海外での事業展開を発展させるモデルケースになることで地元経済の活性化に寄与</li> <li>北菱の輸出取引開始により地元の資材調達先の売上高増加にも寄与し、地域全体の活性化を推進</li> </ul>

(出典：JICA 調査団作成)

## 4-2 市場分析

企業機密情報につき非公表

## 4-3 バリューチェーン

企業機密情報につき非公表

## 4-4 進出形態とパートナー候補

企業機密情報につき非公表

## 4-5 収支計画

企業機密情報につき非公表

## 4-6 想定される課題・リスクと対応策

### (1) 法制度面にかかる課題／リスクと対応策

上下水道に係る製品については SPAN の認証が必要とされている。しかしながら、北菱の事前の調査（2017 年 10 月に SPAN 訪問）では、CE マーキング（EU 加盟国に製品を流通・販売するための国際的な制度で、流通・販売する製品に適用される EU 指令が CE マーキングを義務付けている場合、製品を市場に投入する前に該当する指令に適合していることを確認して CE マークを貼付しなければならない）のような認証規格は特に必要なしとのことであり、メーカーによる手続きは不要ということを確認した。

改めて、第 1 次現地調査（2019 年 3 月）において、SPAN で認証を行っている上下水道関連の機材は、設置される機材（例えばパイプやバルブなど）であり、維持管理機材については認証されていないことを、SPAN を訪問の上、確認したが、今後の法制度や許認可の変更にも十分意識をもって対応するものとする。

なお、本件はマレーシアの環境影響評価の対象となる 19 分野の事業には該当しないことから、環境社会配慮面のリスクはないことも確認済である。

### (2) ビジネス面にかかる課題／リスクと対応策

下水道維持管理ロボットを販売した代理店により分解され、模倣される可能性がある。このような他企業による模倣のリスクも考慮し、本案件化調査を通じて特許/実用新案等の知的財産の登録の検討を行う。

### (3) 政治経済面にかかる課題／リスクと対応策

マレーシアでは、昨年（2018年）5月の総選挙により、史上初の政権交代となった。これまで、賃上げによる民需拡大と富裕層の増大によるGDPの上昇による経済が好調な一方で、国の財政赤字が大きいことが政府調達の課題としてある。新政権により、GST（Goods and Services Tax）は廃止されSST（Sales and Services Tax）へと転換したものの、歳入は半分程度になっており、国営石油会社からの資金で賄っている状態である。また、前政権の無駄遣いへの批判も含めて、公共工事を制限しているという点がリスクとしてあげられる。

さらに、昨年廃止されたGSTに代わって新たに導入されたSSTは製品価格の6%を一律で課税されることとなった。関税については、環太平洋パートナーシップ（Trans-Pacific Partnership、以下TPP）により、今後7年間かけて多くの分野を外資に開放する方針で進めていたが、政権交代により、新政権がブミプトラ優遇政策を推進することとなった。そのため、包括的および先進的環太平洋連携協定（Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership、以下CPTPP）に調印するかも不透明な状況となり、現在もレビュー中である。本提案製品である下水道維持管理ロボットのマレーシアへの持込・持出については第3次現地調査（2019年7月）において実施しており、関税等については確認済みである。また、特段の規制がなく関税等による販売価格への影響について僅少であることも確認済みである。工業製品関税撤廃が進められるCPTPPにマレーシアが批准し、発効されてからも影響は軽微であると考えられる。投資規制の変更や不透明な運用、政治介入等のリスクについては、現地のパートナー企業からの情報収集、および必要に応じて、現地の会計事務所等へのアドバイスを求めることとする。

#### 4-7 期待される開発効果

北菱の提案製品がマレーシア国内に普及することにより以下の効果が期待される。

効果①：コストパフォーマンスの高い穿孔機の導入により、予算不足が顕著な管更生工事のコストが削減される。

効果②：交通量が多く容易に交通を遮断できないことから開削工事が難しいマレーシア国において、非開削工事の実施促進に寄与する。

北菱の提案製品の普及を通じた管更生工事の実施促進により、マレーシア国における持続可能な下水道事業の推進に寄与できると考えている。

#### 4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

##### (1) 関連企業・産業への貢献

北菱は海外展開においても地域のリーダー企業としての役割を担っており、他の製造業企業への波及が今後の使命である。北菱も所属する石川県鉄工機電協会は会員企業に多くのニッチトップ企業も含まれているが、海外進出や海外市場をターゲットとして事業展開に目が向いているとは言いがたく地域の課題である。北菱のマレーシア国での取り組みが

地域内におけるモデルケースとなることで、地域経済の活性化に寄与できると考えている。今後のマレーシアでの取組の中で、下水道維持管理ロボットの活用だけではなく、適切な補修地域の選定や効率的・効果的な事前調査までバリューチェーンを広げ、地元企業にも参画する機会の創出を目指す。

地元の石川県小松市は建機関連部品の製造企業が集積しており、ひとつの業界に受ける影響が大きいことが課題となっているが、北菱の取組を起点として各企業が有する固有の技術をこれまで得意としてきた業界以外の技術革新に役立てる方向性を示すことを期待している。また、北菱の輸出取引開始により地元の原材料調達先の売上高増加にも寄与し、地域全体の活性化を推進する。

2019年に「スーパーミニモグ」が「グッドデザイン賞」「いしかわエコデザイン賞大賞」を受賞するなどニッチな下水道管理関連産業の情報を積極的に発信しており業界の発展に貢献している。

## (2) その他関連機関への貢献

北菱は地元石川県の国立大学である金沢大学の教授や石川県工業試験場の職員と一緒に本提案製品である「スーパーミニモグ」「スーパーメガモグ」の穿孔能力の向上や改良のため共同研究開発を行い、産学連携を通じて地域活性化にも貢献してきた。本ビジネスがマレーシアを中心としたアジア諸国で展開していくことを通じ、将来的に地元大学や試験場等の機関が海外への展開していくきっかけを新たに作っていくことができるのではないかと考える。

要約（英文）

Feasibility Survey for  
Operation and Maintenance  
by Sewer Maintenance Robots  
In Malaysia

Project Completion Report

January 2020

Japan International Corporation Agency (JICA)

Hokuryo Co., Ltd.

# Summary

## Introduction

- **Name of the Survey**

Feasibility Survey for Operation and Maintenance by Sewer Maintenance Robots

- **Purpose of the Survey**

The Feasibility Survey is conducted to examine the potential use of Japanese companies' products and technologies for Japanese ODA projects. The scope of the survey includes network building and information gathering to develop ODA projects.

- **Target Country and Area**

Kuala Lumpur, Malaysia

- **The Survey Period**

From February 2019 to February 2020

## 1. Concerned Development Issues

The Malaysian government aims to extend sewerage connection more than 80% population equivalent in urban areas. On the other hand, sewer overflows and pipe collapse are frequently occurred due to damage of sewer pipes and sewer blockages. Existing sewer pipelines in Malaysia are suffering from damage due to aged deterioration, corrosion, poor construction of the joint part, tree roots, oil and dumped foreign matter, and blockage due to construction materials such as mortars, etc. Indah Water Konsortium (IWK), which is the corporation for the operation and maintenance of sewerage facilities in Malaysia, implements related repair and rehabilitation works for sewer pipes after facing malfunctions and receiving complaints from residents.

## 2. Product and Technologies

### 2.1 Proposed Product and Outline of Technology

The sewer maintenance robots, Super Mini-Mogu and Super Mega-Mogu, deal with the damage of sewer pipes with dia. 600 mm or less by removing obstacles such as intrusion of roots of trees, adhesion of mortars, etc. They also make holes of house connections after pipe rehabilitation works by lining method. They have following advantages:

- High durability and low price
- Simple structure and lightweight
- Very easy operation and handling

- Environmental friendly design utilizing an air motor

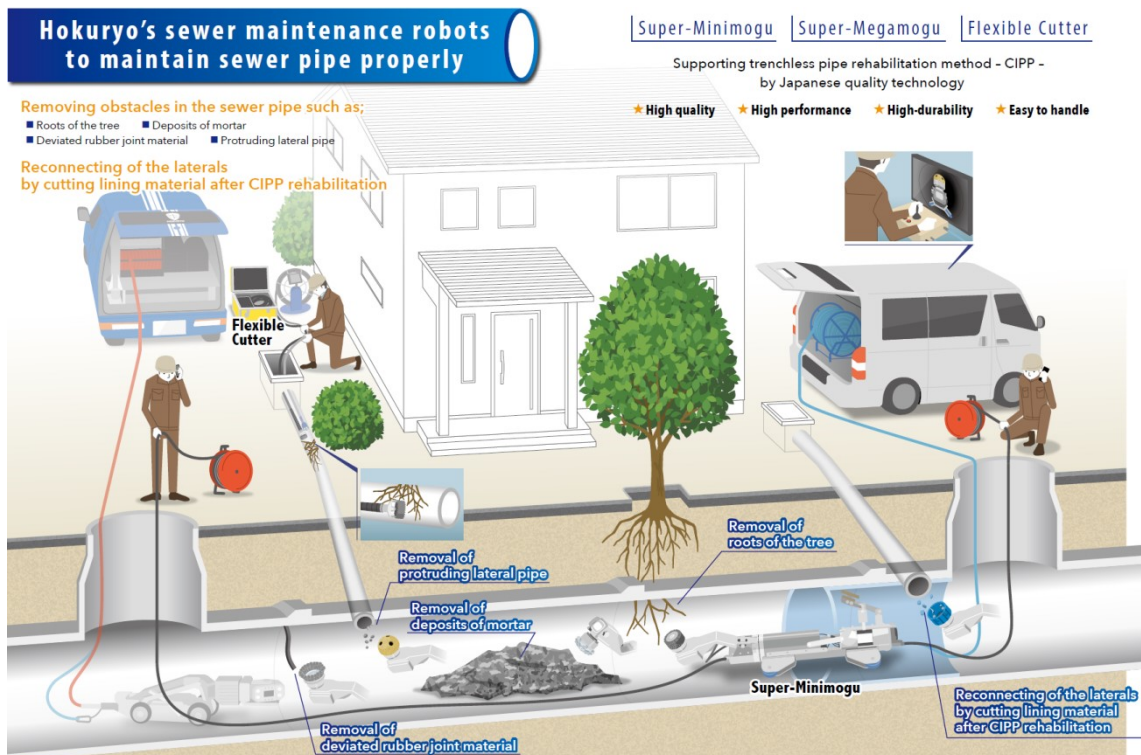


Figure 1 Proposed products by Hokuryo

## 2.2 Applicability of Proposed Products and Technologies

### (1) Technical Applicability (intended end-usage)

Hokuryo's cutting machine can be applied in the daily sewer maintenance (e.g. removal for roots of trees and concrete) which is currently implemented by IWK at unit offices and subcontracted contractors using high-pressure water jetting and rodding machine to remove blockage. Hokuryo's cutting machine can be also applied in the hole making after CIPP rehabilitation works to recover house connections to sewer pipes.

The total length of sewer pipes in the whole Malaysia (only the area operated by IWK) is around 19,400 km. The material of sewer pipes is mainly VCP, which length is 17,000km in total, 87.7% of whole length. As for the age distribution of sewer pipes (passed years since installation), over 20 years has passed for 4,500 km, 10 to 20 years for 6,500 km and less than 10 years for 8,400 km.

In Malaysia, the planned and extensive sewer rehabilitation works named G01 to G11 which is funded by JPP and managed by IWK have been implemented from 2006. Total length for G01 to G11 is around 250 km, of which 191 km has completed in G01 to G08. Total length for G06 to G08 is around 70 km, of which 48 km (around 70%) has rehabilitated by CIPP. The amount

of sewer pipes required for rehabilitation works would be increased due to increase of aged sewer pipes. There is a potential for Hokuryo's cutting machine to be applied in the hole making after CIPP rehabilitation works.

## **(2) Technical Applicability (performance)**

Hokuryo's cutting machine has an advantage over other manufacturer's one in terms of price and performance. Major contractors in Malaysia have a few cutting machines, made by Australian and Russian manufacturers. All the existing cutting machines used in Malaysia are self-propelled and having TV camera. All the existing cutting machines have been purchased from not local distributors but manufacturers directly. Hokuryo's cutting machine has been highly acclaimed because of high performance (high rpm and 360°head rotation). Because Hokuryo's cutting machine is specialized for the function of cutting itself, users can reduce the malfunction potential, repair it easily, and reduce the additional cost by using existing CCTV.

## **(3) Institutional Applicability**

SPAN is the government body to give the certification for the water related equipment which shall be installed at the sites (e.g. pipes and valves). There is no certification system by SPAN for the equipment related to maintenance works. There is also no particular specification for the cutting machine in the contract for maintenance and rehabilitation works (confirmed through interview with IWK).

## **(4) Seminar and Demonstration**

The seminar was held at Indah Water Training Centre (IWTC) on 24 July, 2019 to introduce to invited IWK, contractors and distributors the advantage and effectiveness of the sewer maintenance robot provided by Hokuryo through presentation and demonstration. The actual sewer maintenance robot and model pipes were applied for demonstration outside and nearby the seminar room. The strategic sewer rehabilitation method and innovative technologies for sewer pipe management based on experiences in Japan and other countries was also introduced. The understandings for the performance of Hokuryo's cutting machine could be enhanced through the presentation and demonstration.

## **(5) Rough Demand Estimation for Rehabilitation Works**

The sewer pipes over 30 years are the main target which has a potential for rehabilitation works. The length of sewer pipes over 30 years is assumed to be around 2,000km, equivalent to 45% of the sewer pipes over 20 years (4,500 km). Currently, 2,000km of sewer pipes is assumed to have a potential for rehabilitation works. In 10 years, the remaining 2,500km of sewer pipes



will have a potential. Based on the past rehabilitation works, around 20 to 50% of target sewer pipes has been rehabilitated based on diagnosis results by CCTV, and 70% of them has been done by CIPP.

Based on the above assumption and condition for estimation, currently the amount of sewer pipes required for rehabilitation is estimated to be around 500 km. If the rehabilitation works are implemented every year for next 10 years, around 50 km per year of rehabilitation works would be required.

**(4) Possibilities to contribute to solve problems**

Through application of Hokuryo’s cutting machine, the daily sewer maintenance works (e.g. removal for roots of trees and concrete) can be implemented effectively. Hokuryo’s cutting machine can be also applied in the hole making after CIPP rehabilitation works which can promote the preventive maintenance for sewer pipes. As a result, Hokuryo’s cutting machine can contribute to a decrease of road collapse and overflow due to chock and damage. It can also cut a traffic jam by rehabilitation works and prevent a soil contamination by a sewage water.

**3. Proposed ODA Projects and Expected Impact**

**Table 1 Outline of Proposed ODA Project**

	Item	Contents
1	Scheme	JICA's SDGs Business Verification Survey with the Private Sector
2	Purpose	To promote business development for Hokuryo’s cutting machine through verification and dissemination activities to enhance the applicability in Malaysia
3	Outputs	Output 1: The applicability and effectiveness for the sewer maintenance robots is verified in the rehabilitation works. Output 2: The capacity for the maintenance of sewer pipes utilizing the sewer maintenance robots is developed for the counterparts. Output 3: The business development plan for the sewer maintenance robots is prepared through guideline for rehabilitation works, evaluation committee, seminar and on-site tour.
4	Activities	Activity 1-1: The target area, tendering process, schedule and sharing roles for sewer pipe rehabilitation works are confirmed with the counterparts and related authorities. Activity 1-2: The local contractor for rehabilitation works is selected through a competitive tendering after arrangement of related tender documents. Activity 1-3: The sewer pipe rehabilitation works including hole making by the sewer maintenance robots are implemented after a sewer pipe inspection survey for a deterioration diagnosis. (The works will be divided into 3 phases according to several conditions.) Activity 1-4: The performance and impact of the sewer maintenance robots are evaluated through confirmation of sewer pipe condition before and after the rehabilitation works.

	Item	Contents
		<p>Activity 2-1: The operation and maintenance manual for sewer pipes utilizing the sewer maintenance robots is prepared in cooperation with counterparts.</p> <p>Activity 2-2: The technical guidance for the maintenance of sewer pipes utilizing the sewer maintenance robots is implemented for counterparts through seminar and on-site tour.</p> <p>Activity 2-3: The study tour in Japan for counterparts is implemented to see the effective management and maintenance of sewer pipes by Japanese authorities and private companies.</p> <p>Activity 3-1: The performance of the sewer maintenance robots is evaluated periodically by the evaluation committee consisting of counterparts and related authorities.</p> <p>Activity 3-2: The guideline for sewer pipe rehabilitation works utilizing the sewer maintenance robots is prepared and proposed to JPP including required support for approval of the guideline.</p> <p>Activity 3-3: The seminar, on-site tour and public relations through local media are implemented to disseminate the sewer maintenance robots for local contractors.</p> <p>Activity 3-4: The business development is promoted in cooperation with the local business partner according to potential target businesses.</p>
5	Implementing Organizations	<p>The diagram illustrates the organizational structure for implementing the project. It is divided into two main sections: Malaysian Side and Japanese Side.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Malaysian Side:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Malaysian Advisory Institution:</b> Includes Jabatan Perkhidmatan Permbetungan/ Sewerage Service Department (JPP). Its role is to provide advice and suggestions as an advisory institution of the project.</li> <li><b>Malaysian Counterpart Institution:</b> Includes Indah Water Konsortium (IWK). Its roles are to appoint and secure the target area for the project and ensure the proper and effective use of provided equipment.</li> <li><b>Pilot Site in Kuala Lumpur:</b> An appointment of a pilot site, where pipe survey/rehabilitation work is conducted by a <b>Malaysian Contractor</b>.</li> </ul> </li> <li><b>Japanese Side:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>JICA</b> is connected to <b>Hokuryo</b> via a contract.</li> <li><b>Hokuryo</b> is connected to <b>Nihon Suido Consultants</b> and <b>Hokkoku Bank</b> via contracts.</li> <li><b>Hokkoku Bank</b> is connected to a <b>Japanese pipe survey/rehabilitation company</b> via a contract.</li> <li><b>Malaysian Consultants</b> are connected to the Japanese side via a contract for supervision.</li> </ul> </li> <li><b>Interactions:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>A double-headed arrow labeled "M/M" connects the Malaysian Counterpart Institution and the Japanese Side.</li> <li>A red arrow labeled "Appointment of Pilot Site" points from the Malaysian Counterpart Institution to the Pilot Site in Kuala Lumpur.</li> <li>A red arrow labeled "Pipe survey/ Rehabilitation" points from the Malaysian Contractor to the Pilot Site in Kuala Lumpur.</li> <li>A red arrow labeled "Contract Supervision" points from the Malaysian Consultants to the Malaysian Contractor.</li> </ul> </li> </ul>

#### 4. Business Development Plan

**Table 2 Outline of Business Development Plan**

	Item	Contents
1	Market analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Total length of sewer pipes in Malaysia is 19,400 km.</li> <li>The sale destination is expected to be IWK and local contractors implementing cleaning, maintenance and repair works for sewer pipes.</li> </ul>
2	Value chain	<ul style="list-style-type: none"> <li>The sewer maintenance robots are exported to Malaysia to provide it to local contractors through the local agent</li> </ul>

	Item	Contents
3	Form of advance into Malaysia and local agent	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In the early stage, Hokuryo will export and sell the sewer maintenance robots through the local agent. (The agency agreement was already executed.)</li> <li>• Hokuryo will prepare and establish the local presence to provide the repair and maintenance service in Malaysia and expand the business to surrounding countries, at the time the business entered its orbit.</li> </ul>
4	Sales plan and investment plan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hokuryo aim to sell 100 units of the sewer maintenance robots within 10 years after the start of business in Malaysia.</li> <li>• Hokuryo will arrange and increase the capacity of production after 10 years.</li> </ul>
5	Assumed issues / risks and countermeasures	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intellectual Property: Hokuryo considers filing and registering intellectual property and/or trademarks in Malaysia as necessary in order to avoid risk of imitation.</li> <li>• Legal risk (Investment regulation and licensing / approval): Hokuryo collects information related to its business and gets advice from local specialists as needed to avoid risks such as change of investment regulation and permission / approval, uncertain operation, political intervention, etc.</li> </ul>
6	Expected development effects	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The cost of rehabilitation works would be decreased through application of the cost effective sewer maintenance robots.</li> <li>• The trenchless works would be promoted to prevent a traffic jam by rehabilitation works.</li> </ul>
7	Contribution to the revitalization of the local economy and region in Japan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promotion of the roles as a leading company in Ishikawa for a development of new products in the local region</li> <li>• Contribution to the local revitalization through academic-industrial collaboration for improvement of the sewer maintenance robots</li> <li>• Support of the local economy and vitalization as a leading small and medium-sized enterprise in Ishikawa in cooperation with the related local consortium and chamber of commerce</li> <li>• Contribution to the local economy and vitalization as a model business to lead other local manufacturing industries to overseas</li> <li>• Promotion of the local revitalization through increase of procurement of raw material and equipment from other local companies</li> </ul>

## Feasibility Survey for Operation and Maintenance by Sewer Maintenance Robots In Malaysia

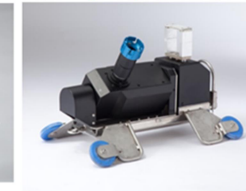
### SMEs and Counterpart Organization

- Location of SME : Ishikawa Pref., Japan
- Survey Site • Counterpart Organization : Indah Water Konsortium (IWK)

Super Mini-Mog (φ150~φ300)



Super Mega-Mogu (φ350~φ600)



### Concerned Development Issues

- On the other hand of the high prevalence of sewerage system, damage to sewer pipes are increasing due to aging of sewer pipes, corrosion, poor construction of joints, intrusion of roots, oil, dumped obstacles, and blockage by construction materials such as mortars.

### Products and Technologies of SMEs

- Remove obstacles in sewer pipes with dia. 600 mm or less and to drill lining material after rehabilitation work
- Simple design, high durability, lightness and easy operation and handling
- Easy maintenance for local distributors and high cost performance

### Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Schemes: JICA Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies
- Content: Conduct demonstration and dissemination activities through verification of the effectiveness and adaptability of Hokuryo's Sewer Maintenance Robots in Kuala Lumpur under the jurisdiction of Indah Water Konsortium (IWK) of Malaysia.
- Expected Effects: Formulation the guideline of sewerage pipe rehabilitation work and Capacity improvement / development for operation and maintenance of sewerage pipe by IWK utilizing Hokuryo's Sewer Maintenance Robots